

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年10月16日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-315101

出 願 人

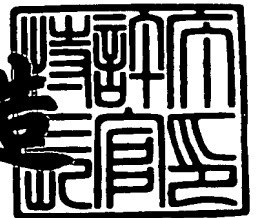
Applicant(s):

コニカ株式会社

2001年 8月 3日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3069501

【書類名】 特許願

【整理番号】 DTM00426

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G03B 27/58
F16C 13/00

【発明者】

【住所又は居所】 東京都八王子市石川町 2 9 7 0 番地 コニカ株式会社内

【氏名】 木村 徹

【発明者】

【住所又は居所】 東京都八王子市石川町 2 9 7 0 番地 コニカ株式会社内

【氏名】 森 伸芳

【特許出願人】

【識別番号】 000001270

【住所又は居所】 東京都新宿区西新宿 1 丁目 2 6 番 2 号

【氏名又は名称】 コニカ株式会社

【代表者】 植松 富司

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 012265

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 対物レンズ、集光光学系及び光ピックアップ装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 波長の異なる光源からの光束を光情報記録媒体の記録面に集光するための対物レンズを含む集光光学系と、前記記録面からの反射光を検出するための受光手段とを有し、透明基板の厚さが異なる複数の光情報記録媒体に対して情報の記録および／または再生が可能な情報記録再生用の光ピックアップ装置に使用される対物レンズにおいて、

光源側から順に配置された正屈折力の第 1 レンズと正屈折力の第 2 レンズとからなり、前記第 1 レンズおよび前記第 2 レンズはそれぞれ比重が 2. 0 以下の材料から形成され、少なくとも 1 つの面に輪帯状の回折構造を有し、

前記互いに透明基板の厚さが異なる複数の光情報記録媒体のうち、任意の 2 つの光情報記録媒体の透明基板の厚さを t_1 、 t_2 ($t_1 < t_2$) とし、

前記透明基板の厚さ t_1 を有する光情報記録媒体に対して情報の記録または再生を行う際の波長を λ_1 とし、前記透明基板の厚さ t_2 を有する光情報記録媒体に対して情報の記録または再生を行う際の波長を λ_2 ($\lambda_1 < \lambda_2$) とし、

波長 λ_1 の光束により透明基板の厚さ t_1 の光情報記録媒体に記録または再生を行うのに必要な所定の像側開口数を NA_1 とし、

波長 λ_2 の光束により透明基板の厚さ t_2 の光情報記録媒体に記録または再生を行うのに必要な所定の像側開口数を NA_2 ($NA_1 \geq NA_2$) としたとき、

波長 λ_1 と透明基板の厚さ t_1 と像側開口数 NA_1 との組み合わせに対して、その波面収差が $0.07\lambda_1 \text{ rms}$ 以下であり、かつ波長 λ_2 と透明基板の厚さ t_2 と像側開口数 NA_2 との組み合わせに対して、その波面収差が $0.07\lambda_2 \text{ rms}$ 以下であることを特徴とする対物レンズ。

【請求項 2】 波長の異なる光源からの光束を光情報記録媒体の記録面に集光するための対物レンズを含む集光光学系と、前記記録面からの反射光を検出するための受光手段とを有し、透明基板の厚さが異なる複数の光情報記録媒体に対して情報の記録および／または再生が可能な情報記録再生用の光ピックアップ装置に使用される対物レンズにおいて、

光源側から順に配置された正屈折力の第 1 レンズと正屈折力の第 2 レンズとからなり、前記第 1 レンズおよび前記第 2 レンズはそれぞれプラスチック材料から形成され、少なくとも 1 つの面に輪帯状の回折構造を有し、

前記互いに透明基板の厚さが異なる複数の光情報記録媒体のうち、任意の 2 つの光情報記録媒体の透明基板の厚さを t_1 、 t_2 ($t_1 < t_2$) とし、

前記透明基板の厚さ t_1 を有する光情報記録媒体に対して情報の記録または再生を行う際の波長を λ_1 とし、前記透明基板の厚さ t_2 を有する光情報記録媒体に対して情報の記録または再生を行う際の波長を λ_2 ($\lambda_1 < \lambda_2$) とし、

波長 λ_1 の光束により透明基板の厚さ t_1 の光情報記録媒体に記録または再生を行うのに必要な所定の像側開口数を NA_1 とし、

波長 λ_2 の光束により透明基板の厚さ t_2 の光情報記録媒体に記録または再生を行うのに必要な所定の像側開口数を NA_2 ($NA_1 \geq NA_2$) としたとき、

波長 λ_1 と透明基板の厚さ t_1 と像側開口数 NA_1 との組み合わせに対して、その波面収差が $0.07\lambda_1 \text{ rms}$ 以下であり、かつ波長 λ_2 と透明基板の厚さ t_2 と像側開口数 NA_2 との組み合わせに対して、その波面収差が $0.07\lambda_2 \text{ rms}$ 以下であることを特徴とする対物レンズ。

【請求項 3】 波長 λ_2 と透明基板の厚さ t_2 と像側開口数 NA_2 との組み合わせに対して、その波面収差が $0.07\lambda_2 \text{ rms}$ 以下であり、かつ波長 λ_2 と透明基板の厚さ t_2 と像側開口数 NA_1 との組み合わせに対して、その波面収差が $0.07\lambda_2 \text{ rms}$ 以上であることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の対物レンズ。

【請求項 4】 所定位置の物点と波長 λ_1 と透明基板の厚さ t_1 と像側開口数 NA_1 との組み合わせに対して、その波面収差が $0.07\lambda_1 \text{ rms}$ 以下であり、かつ前記所定位置と光学的に等しい距離にある物点と波長 λ_2 と透明基板の厚さ t_2 と像側開口数 NA_2 との組み合わせに対して、その波面収差が $0.07\lambda_2 \text{ rms}$ 以下であることを特徴とする請求項 1、2 または 3 に記載の対物レンズ。

【請求項 5】 所定位置の物点と波長 λ_1 と透明基板の厚さ t_1 と像側開口数 NA_1 との組み合わせに対して、その波面収差が $0.07\lambda_1 \text{ rms}$ 以下であ

り、かつ前記所定位置と光学的に等しくない距離にある物点と波長 λ_2 と透明基板の厚さ t_2 と像側開口数 NA_2 との組み合わせに対して、その波面収差が $0.7\lambda_2 \text{ rms}$ 以下であることを特徴とする請求項1、2または3に記載の対物レンズ。

【請求項6】 第1面から第3面のうち、少なくとも2つの面が非球面であることを特徴とする請求項1～5のいずれか1項に記載の対物レンズ。

【請求項7】 次式を満たすことを特徴とする請求項1～6のいずれか1項に記載の対物レンズ。

$$0.4 \leq |(Ph/Pf) - 2| \leq 2.5$$

ただし、 Pf ：透明基板の厚さ t_1 の光情報記録媒体に記録または再生を行うのに必要な所定の像側開口数 NA_1 における回折輪帯間隔

Ph ： NA_1 の $1/2$ の開口数における回折輪帯間隔

【請求項8】 次式を満たすことを特徴とする請求項1～7のいずれか1項に記載の対物レンズ。

$$1.3 \leq f_1/f_2 \leq 4.0$$

$$0.3 \leq (r_2 + r_1) / (r_2 - r_1) \leq 3.2$$

ただし、 f_i ：第 i レンズの焦点距離（第 i レンズが回折構造を有する場合は、屈折レンズと回折構造とを合わせた、第 i レンズ全系の焦点距離）

r_i ：各面の近軸曲率半径（ $i = 1$ および 2 ）

【請求項9】 次式を満たすことを特徴とする請求項1～8のいずれか1項に記載の対物レンズ。

$$t_1 \leq 0.6 \text{ mm}$$

$$t_2 \geq 0.6 \text{ mm}$$

$$\lambda_1 \leq 500 \text{ nm}$$

$$600 \text{ nm} \leq \lambda_2 \leq 800 \text{ nm}$$

$$NA_1 \geq 0.65$$

$$NA_2 \leq 0.65$$

【請求項10】 使用波長領域で厚さが 3 mm における内部透過率が 85% 以上である材料から形成されていることを特徴とする請求項1～9のいずれか1

項に記載の対物レンズ。

【請求項 1 1】 飽和吸水率が 0.5%以下である材料から形成されていることを特徴とする請求項 1～10 のいずれか 1 項に記載の対物レンズ。

【請求項 1 2】 波長の異なる光源と、前記光源から射出された光束を光情報記録媒体の透明基板を介して情報記録面上に集光させる対物レンズとを含み、透明基板の厚さが異なる複数の光情報記録媒体に対して情報の記録および／または再生が可能な記録再生用の集光光学系であって、

前記対物レンズは請求項 1～11 のいずれか 1 項に記載の対物レンズであり、前記互いに異なる波長のうち、任意の 2 つの波長を λ_1 、 λ_2 ($\lambda_1 < \lambda_2$) とし、

前記互いに透明基板の厚さが異なる複数の光情報記録媒体のうち、任意の 2 つの光情報記録媒体の透明基板の厚さを t_1 、 t_2 ($t_1 < t_2$) とし、

波長 λ_1 の光束により透明基板の厚さ t_1 の光情報記録媒体に記録または再生を行うのに必要な所定の像側開口数を NA_1 とし、

波長 λ_2 の光束により透明基板の厚さ t_2 の光情報記録媒体に記録または再生を行うのに必要な所定の像側開口数を NA_2 ($NA_1 \geq NA_2$) としたとき、

波長 λ_1 と透明基板の厚さ t_1 と像側開口数 NA_1 との組み合わせに対して、その波面収差が $0.07\lambda_1 \text{ rms}$ 以下、かつ波長 λ_2 と透明基板の厚さ t_2 と像側開口数 NA_2 との組み合わせに対して、その波面収差が $0.07\lambda_2 \text{ rms}$ 以下となるように集光でき、

前記光源と前記対物レンズの間に、前記集光光学系の各光学面で発生する球面収差の変動を補正する球面収差補正手段を設けたことを特徴とする集光光学系。

【請求項 1 3】 波長の異なる光源と、前記光源から射出された光束を光情報記録媒体の透明基板を介して情報記録面上に集光させる対物レンズとを含み、透明基板の厚さが異なる複数の光情報記録媒体に対して情報の記録および／または再生が可能な記録再生用の集光光学系であって、

前記対物レンズは、請求項 1～11 のいずれか 1 項に記載の対物レンズであり

前記互いに異なる波長のうち、任意の 2 つの波長を λ_1 、 λ_2 ($\lambda_1 < \lambda_2$)

とし、

前記互いに透明基板の厚さが異なる複数の光情報記録媒体のうち、任意の2つの光情報記録媒体の透明基板の厚さを t_1 、 t_2 ($t_1 < t_2$) とし、

波長 λ_1 の光束により透明基板の厚さ t_1 の光情報記録媒体に記録または再生を行うのに必要な所定の像側開口数を NA_1 とし、

波長 λ_2 の光束により透明基板の厚さ t_2 の光情報記録媒体に記録または再生を行うのに必要な所定の像側開口数を NA_2 ($NA_1 \geq NA_2$) としたとき、

波長 λ_1 と透明基板の厚さ t_1 と像側開口数 NA_1 との組み合わせに対して、その波面収差が $0.07\lambda_1 \text{ rms}$ 以下、かつ波長 λ_2 と透明基板の厚さ t_2 と像側開口数 NA_2 との組み合わせに対して、その波面収差が $0.07\lambda_2 \text{ rms}$ 以下となるように集光でき、

前記光源と前記対物レンズの間に温度・湿度変化に起因して前記集光光学系の各光学面で発生する球面収差の変動を補正する球面収差補正手段を設けたことを特徴とする集光光学系。

【請求項14】 波長の異なる光源と、前記光源から射出された光束を光情報記録媒体の透明基板を介して情報記録面上に集光させる対物レンズとを含み、透明基板の厚さが異なる複数の光情報記録媒体に対して情報の記録および／または再生が可能な記録再生用の集光光学系であって、

前記対物レンズは、請求項1～11のいずれか1項に記載の対物レンズであり

前記互いに異なる波長のうち、任意の2つの波長を λ_1 、 λ_2 ($\lambda_1 < \lambda_2$) とし、

前記互いに透明基板の厚さが異なる複数の光情報記録媒体のうち、任意の2つの光情報記録媒体の透明基板の厚さを t_1 、 t_2 ($t_1 < t_2$) とし、

波長 λ_1 の光束により透明基板の厚さ t_1 の光情報記録媒体に記録または再生を行うのに必要な所定の像側開口数を NA_1 とし、

波長 λ_2 の光束により透明基板の厚さ t_2 の光情報記録媒体に記録または再生を行うのに必要な所定の像側開口数を NA_2 ($NA_1 \geq NA_2$) としたとき、

波長 λ_1 と透明基板の厚さ t_1 と像側開口数 NA_1 との組み合わせに対して、

その波面収差が $0.07\lambda_1 \text{ rms}$ 以下、かつ波長 λ_2 と透明基板の厚さ t_2 と像側開口数 NA_2 との組み合わせに対して、その波面収差が $0.07\lambda_2 \text{ rms}$ 以下となるように集光でき、

光源と前記対物レンズの間に、前記光情報記録媒体の透明基板厚さの微少な変動に起因して前記集光光学系の各光学面で発生する球面収差の変動を補正する球面収差補正手段を設けたことを特徴とする集光光学系。

【請求項 15】 波長の異なる光源と、前記光源から射出された光束を光情報記録媒体の透明基板を介して情報記録面上に集光させる対物レンズとを含み、透明基板の厚さが異なる複数の光情報記録媒体に対して情報の記録および／または再生が可能な記録再生用の集光光学系であって、

前記対物レンズは、請求項 1 ～ 11 のいずれか 1 項に記載の対物レンズであり

前記互いに異なる波長のうち、任意の 2 つの波長を λ_1 、 λ_2 ($\lambda_1 < \lambda_2$) とし、

前記互いに透明基板の厚さが異なる複数の光情報記録媒体のうち、任意の 2 つの光情報記録媒体の透明基板の厚さを t_1 、 t_2 ($t_1 < t_2$) とし、

波長 λ_1 の光束により透明基板の厚さ t_1 の光情報記録媒体に記録または再生を行うのに必要な所定の像側開口数を NA_1 とし、

波長 λ_2 の光束により透明基板の厚さ t_2 の光情報記録媒体に記録または再生を行うのに必要な所定の像側開口数を NA_2 ($NA_1 \geq NA_2$) としたとき、

波長 λ_1 と透明基板の厚さ t_1 と像側開口数 NA_1 との組み合わせに対して、その波面収差が $0.07\lambda_1 \text{ rms}$ 以下、かつ波長 λ_2 と透明基板の厚さ t_2 と像側開口数 NA_2 との組み合わせに対して、その波面収差が $0.07\lambda_2 \text{ rms}$ 以下となるように集光でき、

光源と前記対物レンズの間に、前記光源の発振波長の微少な変動に起因して前記集光光学系の各光学面で発生する球面収差の変動を補正する球面収差補正手段を設けたことを特徴とする集光光学系。

【請求項 16】 波長の異なる光源と、前記光源から射出された光束を光情報記録媒体の透明基板を介して情報記録面上に集光させる対物レンズとを含み、

透明基板の厚さが異なる複数の光情報記録媒体に対して、情報の記録および／または再生が可能な記録再生用の集光光学系であって、

前記対物レンズは、請求項 1 ～ 1 1 のいずれか 1 項に記載の対物レンズであり

前記互いに異なる波長のうち、任意の 2 つの波長を $\lambda 1$ 、 $\lambda 2$ ($\lambda 1 < \lambda 2$) とし、

前記互いに透明基板の厚さが異なる複数の光情報記録媒体のうち、任意の 2 つの光情報記録媒体の透明基板の厚さを $t 1$ 、 $t 2$ ($t 1 < t 2$) とし、

波長 $\lambda 1$ の光束により透明基板の厚さ $t 1$ の光情報記録媒体に記録または再生を行うのに必要な所定の像側開口数を $NA 1$ とし、

波長 $\lambda 2$ の光束により透明基板の厚さ $t 2$ の光情報記録媒体に記録または再生を行うのに必要な所定の像側開口数を $NA 2$ ($NA 1 \geq NA 2$) としたとき、

波長 $\lambda 1$ と透明基板の厚さ $t 1$ と像側開口数 $NA 1$ との組み合わせに対して、その波面収差が $0.07 \lambda 1 \text{ rms}$ 以下、かつ波長 $\lambda 2$ と透明基板の厚さ $t 2$ と像側開口数 $NA 2$ との組み合わせに対して、その波面収差が $0.07 \lambda 2 \text{ rms}$ 以下となるように集光でき、

光源と前記対物レンズの間に、温度・湿度変化、前記光情報記録媒体の透明基板厚さの微少な変動及び前記光源の発振波長の微少な変動のうち少なくとも 2 つ以上の組み合わせに起因して前記集光光学系の各光学面で発生する球面収差の変動を補正する球面収差補正手段を設けたことを特徴とする集光光学系。

【請求項 1 7】 前記球面収差補正手段は、互いに異なる透明基板の厚さを有するそれぞれの光情報記録媒体に対して、それぞれの透明基板の厚さに応じて前記対物レンズに入射する光束の発散角を変えることを特徴とする請求項 1 2 ～ 1 6 のいずれか 1 項に記載の集光光学系。

【請求項 1 8】 前記球面収差補正手段は、屈折率分布が可変であることを特徴とする請求項 1 2 ～ 1 7 のいずれか 1 項に記載の集光光学系。

【請求項 1 9】 前記球面収差補正手段は、少なくとも 1 枚の正レンズと少なくとも 1 枚の負レンズを含み、略平行に入射する光束を入射を略平行に出射するビームエキスパンダの構成となっており、前記正レンズ及び前記負レンズのう

ち少なくとも1つのレンズが光軸方向に沿って変移可能な可動要素となっていることを特徴とする請求項12～17のいずれか1項に記載の集光光学系。

【請求項20】 前記正レンズ及び前記負レンズが次式を満たすことを特徴とする請求項19に記載の集光光学系。

$$\nu d P > \nu d N$$

ただし、 $\nu d P$ ：前記球面収差補正手段に含まれる正レンズのd線のアッベ数の平均値

$\nu d N$ ：前記球面収差補正手段に含まれる負レンズのd線のアッベ数の平均値

【請求項21】 前記正レンズ及び前記負レンズが次式を満たすことを特徴とする請求項20に記載の集光光学系。

$$\nu d P > 55.0$$

$$\nu d N < 35.0$$

【請求項22】 前記球面収差補正手段に含まれる正レンズのd線のアッベ数の平均値と、前記球面収差補正手段に含まれる負レンズのd線のアッベ数の平均値との差を $\Delta \nu$ として以下の条件式を満足し、前記可動要素は比重が2.0以下の材料から形成されることを特徴とする請求項21に記載の集光光学系。

$$30 \leq \Delta \nu \leq 50$$

【請求項23】 前記球面収差補正手段に含まれる全ての正レンズのアッベ数が70.0以下または前記球面収差補正手段に含まれる全ての負レンズのアッベ数が40.0以上であって、少なくとも1つの輪帯状の回折構造を有する回折面を有することを特徴とする請求項19に記載の集光光学系。

【請求項24】 前記可動要素は比重が2.0以下の材料から形成されることを特徴とする請求項22または23に記載の集光光学系。

【請求項25】 前記球面収差補正手段はプラスチック材料から形成されることを特徴とする請求項22、23または24に記載の集光光学系。

【請求項26】 前記球面収差補正手段は飽和吸水率が0.5%以下である材料から形成されていることを特徴とする請求項25に記載の集光光学系。

【請求項27】 前記球面収差補正手段は使用波長領域で厚さが3mmにおける内部透過率が85%以上である材料から形成されていることを特徴とする請

請求項 19～26 のいずれか 1 項に記載の集光光学系。

【請求項 28】 前記球面収差補正手段は、1 枚の正レンズと 1 枚の負レンズから構成され、

少なくとも 1 つの非球面を有し、前記正レンズ及び前記負レンズのうち少なくとも一方のレンズが光軸方向に沿って変移可能な可動要素となっていることを特徴とする請求項 19～27 のいずれか 1 項に記載の集光光学系。

【請求項 29】 前記可動要素は、前記光学系の球面収差がオーバー側に変動するときは、前記正レンズと前記負レンズとの間隔を減少させ、光学系の球面収差がアンダー側に変動するときは、前記正レンズと前記負レンズとの間隔を増加させるように光軸方向に沿って変移することを特徴とする請求項 28 に記載の集光光学系。

【請求項 30】 前記互いに透明基板の厚さが異なる複数の光情報記録媒体のうち、任意の 2 つの光情報記録媒体の透明基板の厚さを t_1 、 t_2 ($t_1 < t_2$) としたとき、

前記可動要素は、透明基板の厚さが t_1 の光情報記録媒体に対して情報の記録または再生を行うときには、前記正レンズと前記負レンズとの間隔を増加させ、透明基板の厚さが t_2 の光情報記録媒体に対して情報の記録または再生を行うときには、前記正レンズと前記負レンズとの間隔を減少させるように光軸方向に沿って変移することを特徴とする請求項 28 または 29 に記載の集光光学系。

【請求項 31】 前記球面収差補正手段は、前記光源から射出された発散光の発散角を変えるカップリングレンズであり、前記カップリングレンズは光軸方向に沿って変移可能な可動要素となっていることを特徴とする請求項 12～17 のいずれか 1 項に記載の集光光学系。

【請求項 32】 前記球面収差補正手段は、少なくとも 1 つの面を輪帯状の回折構造を有する回折面とした単レンズであることを特徴とする請求項 31 に記載の集光光学系。

【請求項 33】 前記球面収差補正手段は、少なくとも 1 つの面を光軸から離れるに従い曲率半径が大きくなる非球面とし、少なくとも 1 つの面を輪帯状の回折構造を有する回折面としたことを特徴とする請求項 32 に記載の集光光学系

【請求項 3 4】 前記球面収差補正手段は、光源側の面が巨視的にみると球面状の回折面であり、光源から遠い方の面が光軸から離れるに従い曲率半径が大きくなる非球面としたことを特徴とする請求項 3 3 に記載の集光光学系。

【請求項 3 5】 前記球面収差補正手段は相対的にアッペ数の大きい正レンズと、相対的にアッペ数の小さい負レンズを接合した 1 群 2 枚構成であることを特徴とする請求項 3 1 に記載の集光光学系。

【請求項 3 6】 前記正レンズ及び前記負レンズが次式を満たし、少なくとも 1 つの非球面を有することを特徴とする請求項 3 5 に記載の集光光学系。

$$v d P > 55.0$$

$$v d N < 35.0$$

ただし、 $v d P$ ：正レンズの d 線のアッペ数

$v d N$ ：負レンズの d 線のアッペ数

【請求項 3 7】 前記球面収差補正手段は比重が 2.0 以下の材料から形成されることを特徴とする請求項 3 1 ～ 3 6 のいずれか 1 項に記載の集光光学系。

【請求項 3 8】 前記球面収差補正手段はプラスチック材料から形成されることを特徴とする請求項 3 7 に記載の集光光学系。

【請求項 3 9】 前記球面収差補正手段は飽和吸水率が 0.5 % 以下である材料から形成されていることを特徴とする請求項 3 8 に記載の集光光学系。

【請求項 4 0】 前記球面収差補正手段は使用波長領域で厚さが 3 mm における内部透過率が 85 % 以上である材料から形成されていることを特徴とする請求項 3 1 ～ 3 9 のいずれか 1 項に記載の集光光学系。

【請求項 4 1】 前記球面収差補正手段は前記集光光学系の球面収差がオーバー側に変動するときは前記対物レンズとの間隔を増加させ、前記集光光学系の球面収差がアンダー側に変動するときは前記対物レンズとの間隔を減少させるように光軸方向に沿って変移することを特徴とする請求項 3 1 ～ 4 0 のいずれか 1 項に記載の集光光学系。

【請求項 4 2】 前記互いに透明基板の厚さが異なる複数の光情報記録媒体のうち、任意の 2 つの光情報記録媒体の透明基板の厚さを t_1 、 t_2 ($t_1 < t_2$)

2) としたとき、

前記可動要素は、透明基板の厚さが t_1 の光情報記録媒体に対して情報の記録または再生を行うときには、前記対物レンズとの間隔を減少させ、透明基板の厚さが t_2 の光情報記録媒体に対して情報の記録または再生を行うときには、前記対物レンズとの間隔を増加させるように光軸方向に沿って変移することを特徴とする請求項 3 1 ~ 4 1 のいずれか 1 項に記載の集光光学系。

【請求項 4 3】 次式を満たすことを特徴とする請求項 1 2 ~ 4 2 のいずれか 1 項に記載の集光光学系。

$$t_1 \leq 0.6 \text{ mm}$$

$$t_2 \geq 0.6 \text{ mm}$$

$$\lambda_1 \leq 500 \text{ nm}$$

$$600 \text{ nm} \leq \lambda_2 \leq 800 \text{ nm}$$

$$NA_1 \geq 0.65$$

$$NA_2 \leq 0.65$$

【請求項 4 4】 前記球面収差補正手段と前記対物レンズとの合成系の軸上色収差が次式を満たすことを特徴とする請求項 1 2 ~ 4 3 のいずれか 1 項に記載の集光光学系。

$$|\delta f_{Bi} \cdot NA_i^2| \leq 0.25 \mu\text{m} \quad (i = 1 \text{ および } 2)$$

ただし、 δf_{Bi} : 前記光源の波長 λ_i が $+1 \text{ nm}$ 変化したときの、合成系の焦点位置の変化 (μm)

【請求項 4 5】 波長の異なる光源と、前記光源からの光束を光情報記録媒体の記録面に集光するための対物レンズと、前記光源と前記対物レンズとの間に配置される球面収差補正手段とを含む集光光学系と、前記記録面からの反射光を検出するための受光手段と、前記反射光を検出することで前記記録面に集光させるために前記対物レンズを駆動させる第 1 の駆動装置と、前記反射光を検出することで前記記録面上に集光された光束の集光状態を検出し、前記球面収差補正手段を作動させる第 2 の駆動装置と、を備え、透明基板の厚さが異なる複数の光情報記録媒体に対して情報の記録および／または再生が可能な情報記録再生用の光ピックアップ装置であって、

前記集光光学系が請求項 1 2 ～ 4 4 のいずれか 1 項に記載の集光光学系であることを特徴とする光ピックアップ装置。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、複数種類の光情報記録媒体に対して記録および／または再生が可能な対物レンズ、集光光学系及び光ピックアップ装置に関するものである。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

近年、短波長赤色半導体レーザの実用化に伴い、従来の光ディスク（光情報記録媒体）である C D （コンパクトディスク）と同程度の大ききで大容量化させた高密度の光ディスクである D V D （デジタルバーサタイルディスク）が開発・製品化されているが、近い将来には、より高密度な次世代の光ディスクが登場することが予想される。このような次世代の光ディスクを媒体とした光情報記録再生装置の光学系では、記録信号の高密度化を図るため或いは高密度記録信号を再生するために、対物レンズを介して情報記録面上に集光するスポットの径を小さくすることが要求される。そのためには、光源であるレーザの短波長化や対物レンズの高開口数化が必要となる。短波長レーザ光源としてその実用化が期待されているのは、発振波長 4 0 0 n m 程度の青紫色半導体レーザである。

【 0 0 0 3 】

上述のようなより高密度な次世代の光ディスクが実用化されると、かかる高密度光ディスクの記録再生装置・光ピックアップ装置には、D V D 等の従来の光ディスクについても記録・再生が可能であるように互換性が求められる。

【 0 0 0 4 】

ところで、レーザ光源の短波長化や対物レンズの高開口数化が図られてくると、C D や D V D のごとき従来の光ディスクに対して情報の記録または再生を行うような、比較的長波長のレーザ光源と低開口数の対物レンズとの組み合わせからなる光ピックアップ装置では、ほとんど無視できた問題でも、より顕在化されることが予想される。

【0005】

その1つは、レーザ光源の短波長化と対物レンズの高開口数化において顕在化する別の問題は、温度・湿度変化による光学系の球面収差の変動である。すなわち、光ピックアップ装置において一般的に使用されているプラスチックレンズは、温度や湿度変化を受けて変形しやすく、また、屈折率が大きく変化する。従来の光ピックアップ装置に用いられる光学系ではそれほど問題にならなかった屈折率変化による球面収差の変動も、レーザ光源の短波長化と対物レンズの高開口数化においては無視できない量となる。

【0006】

また、レーザ光源の短波長化と対物レンズの高開口数化において顕在化する別の問題は、光ディスクの保護層（「透明基板」ともいう）の厚み誤差に起因する光学系の球面収差の変動である。保護層の厚み誤差により生じる球面収差は、対物レンズの開口数の4乗に比例して発生することが知られている。従って、対物レンズの開口数が大きくなるにつれて保護層の厚み誤差の影響が大きくなり、安定した情報の記録または再生が出来なくなる恐れがある。

【0007】

更に、レーザ光源の微少な発振波長の変動により対物レンズで生じる軸上色収差も問題となる。一般の光学レンズ材料の微少な波長変動による屈折率変化は短波長を取り扱うほど大きくなる。そのため、微少な波長変動により生じる焦点のデフォーカス量は大きくなる。ところが、対物レンズの焦点深度は、 $k \cdot \lambda / NA^2$ （ k は比例定数、 λ は波長、 NA は対物レンズの像側開口数）で表されることからわかるように、使用波長が短いほど焦点深度が小さくなり僅かなデフォーカスも許されない。従って、青紫色半導体レーザのような短波長の光源及び高開口数の対物レンズを用いた光学系では、半導体レーザのモードホップ現象や出力変化による波長変動や、高周波重畳による波面収差の劣化を防ぐために、軸上色収差の補正が重要となる。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は、上述のような従来技術の問題に鑑み、対物レンズの高開口数（ NA ）

）化及び透明基板厚さの異なる複数種類の光情報記録媒体に対応し、高性能な対物レンズでありながら従来のプラスチックの単レンズと同様に安価で軽量の対物レンズを提供することを目的とする。

【 0 0 0 9 】

また、透明基板厚さの異なる複数種類の光情報記録媒体に対し記録・再生が可能なように互換性を有し、レーザ光源の発振波長変化、温度・湿度変化、光情報記録媒体の透明基板の厚みの誤差等に起因して集光光学系、光ピックアップ装置の各光学面で発生する球面収差の変動を簡易な構成で効果的に補正できる集光光学系及び光ピックアップ装置を提供することを目的とする。

【 0 0 1 0 】

また、透明基板厚さの異なる複数種類の光情報記録媒体に対し記録・再生が可能なように互換性を有し、レーザ光源のモードホップ現象や高周波重畳に起因して対物レンズで発生する軸上色収差を効果的に補正できる集光光学系及び光ピックアップ装置を提供することを目的とする。

【 0 0 1 1 】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、請求項 1 に記載の対物レンズは、波長の異なる光源からの光束を光情報記録媒体の記録面に集光するための対物レンズを含む集光光学系と、前記記録面からの反射光を検出するための受光手段とを有し、透明基板の厚さが異なる複数の光情報記録媒体に対して情報の記録および／または再生が可能な情報記録再生用の光ピックアップ装置に使用される対物レンズにおいて、光源側から順に配置された正屈折力の第 1 レンズと正屈折力の第 2 レンズとからなり、前記第 1 レンズおよび前記第 2 レンズはそれぞれ比重が 2. 0 以下の材料から形成され、少なくとも 1 つの面に輪帯状の回折構造を有し、前記互いに透明基板の厚さが異なる複数の光情報記録媒体のうち、任意の 2 つの光情報記録媒体の透明基板の厚さを t_1 、 t_2 ($t_1 < t_2$) とし、前記透明基板の厚さ t_1 を有する光情報記録媒体に対して情報の記録または再生を行う際の波長を λ_1 とし、前記透明基板の厚さ t_2 を有する光情報記録媒体に対して情報の記録または再生を行う際の波長を λ_2 ($\lambda_1 < \lambda_2$) とし、波長 λ_1 の光束により透明基板

の厚さ t_1 の光情報記録媒体に記録または再生を行うのに必要な所定の像側開口数を NA_1 とし、波長 λ_2 の光束により透明基板の厚さ t_2 の光情報記録媒体に記録または再生を行うのに必要な所定の像側開口数を NA_2 ($NA_1 \geq NA_2$) としたとき、波長 λ_1 と透明基板の厚さ t_1 と像側開口数 NA_1 との組み合わせに対して、その波面収差が $0.07\lambda_1 \text{ rms}$ 以下であり、かつ波長 λ_2 と透明基板の厚さ t_2 と像側開口数 NA_2 との組み合わせに対して、その波面収差が $0.07\lambda_2 \text{ rms}$ 以下であることを特徴とする。

【0012】

また、請求項2に記載の対物レンズは、波長の異なる光源からの光束を光情報記録媒体の記録面に集光するための対物レンズを含む集光光学系と、前記記録面からの反射光を検出するための受光手段とを有し、透明基板の厚さが異なる複数の光情報記録媒体に対して情報の記録および／または再生が可能な情報記録再生用の光ピックアップ装置に使用される対物レンズにおいて、光源側から順に配置された正屈折力の第1レンズと正屈折力の第2レンズとからなり、前記第1レンズおよび前記第2レンズはそれぞれプラスチック材料から形成され、少なくとも1つの面に輪帯状の回折構造を有し、前記互いに透明基板の厚さが異なる複数の光情報記録媒体のうち、任意の2つの光情報記録媒体の透明基板の厚さを t_1 、 t_2 ($t_1 < t_2$) とし、前記透明基板の厚さ t_1 を有する光情報記録媒体に対して情報の記録または再生を行う際の波長を λ_1 とし、前記透明基板の厚さ t_2 を有する光情報記録媒体に対して情報の記録または再生を行う際の波長を λ_2 ($\lambda_1 < \lambda_2$) とし、波長 λ_1 の光束により透明基板の厚さ t_1 の光情報記録媒体に記録または再生を行うのに必要な所定の像側開口数を NA_1 とし、波長 λ_2 の光束により透明基板の厚さ t_2 の光情報記録媒体に記録または再生を行うのに必要な所定の像側開口数を NA_2 ($NA_1 \geq NA_2$) としたとき、波長 λ_1 と透明基板の厚さ t_1 と像側開口数 NA_1 との組み合わせに対して、その波面収差が $0.07\lambda_1 \text{ rms}$ 以下であり、かつ波長 λ_2 と透明基板の厚さ t_2 と像側開口数 NA_2 との組み合わせに対して、その波面収差が $0.07\lambda_2 \text{ rms}$ 以下であることを特徴とする。

【0013】

また、請求項 3 に記載の対物レンズは、請求項 1 または 2 において波長 λ_2 と透明基板の厚さ t_2 と像側開口数 NA_2 との組み合わせに対して、その波面収差が $0.07\lambda_2 \text{ rms}$ 以下であり、かつ波長 λ_2 と透明基板の厚さ t_2 と像側開口数 NA_1 との組み合わせに対して、その波面収差が $0.07\lambda_2 \text{ rms}$ 以上であることを特徴とする。

【0014】

また、請求項 4 に記載の対物レンズは、請求項 1, 2 または 3 において、所定位置の物点と波長 λ_1 と透明基板の厚さ t_1 と像側開口数 NA_1 との組み合わせに対して、その波面収差が $0.07\lambda_1 \text{ rms}$ 以下であり、かつ前記所定位置と光学的に等しい距離にある物点と波長 λ_2 と透明基板の厚さ t_2 と像側開口数 NA_2 との組み合わせに対して、その波面収差が $0.07\lambda_2 \text{ rms}$ 以下であることを特徴とする。

【0015】

また、請求項 5 に記載の対物レンズは、請求項 1, 2 または 3 において、所定位置の物点と波長 λ_1 と透明基板の厚さ t_1 と像側開口数 NA_1 との組み合わせに対して、その波面収差が $0.07\lambda_1 \text{ rms}$ 以下であり、かつ前記所定位置と光学的に等しくない距離にある物点と波長 λ_2 と透明基板の厚さ t_2 と像側開口数 NA_2 との組み合わせに対して、その波面収差が $0.07\lambda_2 \text{ rms}$ 以下であることを特徴とする。

【0016】

また、請求項 6 に記載の対物レンズは、請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 項において、第 1 面から第 3 面のうち、少なくとも 2 つの面が非球面であることを特徴とする。

【0017】

また、請求項 7 に記載の対物レンズは、請求項 1 ～ 6 のいずれか 1 項において、次式を満たすことを特徴とする。

【0018】

$$0.4 \leq |(Ph/Pf) - 2| \leq 2.5 \quad (1)$$

ただし、 Pf ：透明基板の厚さ t_1 の光情報記録媒体に記録または再生を行うの

に必要な所定の像側開口数 NA_1 における回折輪帯間隔

$Ph : NA_1$ の $1/2$ の開口数における回折輪帯間隔

【0019】

また、請求項 8 に記載の対物レンズは、請求項 1 ～ 7 のいずれか 1 項において次式を満たすことを特徴とする。

【0020】

$$1. \quad 3 \leq f_1 / f_2 \leq 4.0 \quad (2)$$

【0021】

$$0. \quad 3 \leq (r_2 + r_1) / (r_2 - r_1) \leq 3.2 \quad (3)$$

ただし、 f_i : 第 i レンズの焦点距離（第 i レンズが回折構造を有する場合は、屈折レンズと回折構造とを合わせた、第 i レンズ全系の焦点距離）

r_i : 各面の近軸曲率半径（ $i = 1$ および 2）

【0022】

また、請求項 9 に記載の対物レンズは、請求項 1 ～ 8 のいずれか 1 項において次式を満たすことを特徴とする。

【0023】

$$t_1 \leq 0.6 \text{ mm} \quad (4)$$

【0024】

$$t_2 \geq 0.6 \text{ mm} \quad (5)$$

【0025】

$$\lambda_1 \leq 500 \text{ nm} \quad (6)$$

【0026】

$$600 \text{ nm} \leq \lambda_2 \leq 800 \text{ nm} \quad (7)$$

【0027】

$$NA_1 \geq 0.65 \quad (8)$$

【0028】

$$NA_2 \leq 0.65 \quad (9)$$

【0029】

また、請求項 10 に記載の対物レンズは、請求項 1 ～ 9 のいずれか 1 項におい

て、使用波長領域で厚さが3 mmにおける内部透過率が85%以上である材料から形成されていることを特徴とする。

【0030】

また、請求項11に記載の対物レンズは、請求項1～10のいずれか1項において、飽和吸水率が0.5%以下である材料から形成されていることを特徴とする。

【0031】

また、請求項12に記載の集光光学系は、波長の異なる光源と、前記光源から射出された光束を光情報記録媒体の透明基板を介して情報記録面上に集光させる対物レンズとを含み、透明基板の厚さが異なる複数の光情報記録媒体に対して情報の記録および／または再生が可能な記録再生用の集光光学系であって、前記対物レンズは請求項1～11のいずれか1項に記載の対物レンズであり、前記互いに異なる波長のうち、任意の2つの波長を λ_1 、 λ_2 ($\lambda_1 < \lambda_2$) とし、前記互いに透明基板の厚さが異なる複数の光情報記録媒体のうち、任意の2つの光情報記録媒体の透明基板の厚さを t_1 、 t_2 ($t_1 < t_2$) とし、波長 λ_1 の光束により透明基板の厚さ t_1 の光情報記録媒体に記録または再生を行うのに必要な所定の像側開口数を NA_1 とし、波長 λ_2 の光束により透明基板の厚さ t_2 の光情報記録媒体に記録または再生を行うのに必要な所定の像側開口数を NA_2 ($NA_1 \geq NA_2$) としたとき、波長 λ_1 と透明基板の厚さ t_1 と像側開口数 NA_1 との組み合わせに対して、その波面収差が $0.07\lambda_1 \text{ rms}$ 以下、かつ波長 λ_2 と透明基板の厚さ t_2 と像側開口数 NA_2 との組み合わせに対して、その波面収差が $0.07\lambda_2 \text{ rms}$ 以下となるように集光でき、前記光源と前記対物レンズの間に、前記集光光学系の各光学面で発生する球面収差の変動を補正する球面収差補正手段を設けたことを特徴とする。

【0032】

また、請求項13に記載の集光光学系は、波長の異なる光源と、前記光源から射出された光束を光情報記録媒体の透明基板を介して情報記録面上に集光させる対物レンズとを含み、透明基板の厚さが異なる複数の光情報記録媒体に対して情報の記録および／または再生が可能な記録再生用の集光光学系であって、前記対

物レンズは、請求項1～11のいずれか1項に記載の対物レンズであり、前記互いに異なる波長のうち、任意の2つの波長を λ_1 、 λ_2 ($\lambda_1 < \lambda_2$) とし、前記互いに透明基板の厚さが異なる複数の光情報記録媒体のうち、任意の2つの光情報記録媒体の透明基板の厚さを t_1 、 t_2 ($t_1 < t_2$) とし、波長 λ_1 の光束により透明基板の厚さ t_1 の光情報記録媒体に記録または再生を行うのに必要な所定の像側開口数を NA_1 とし、波長 λ_2 の光束により透明基板の厚さ t_2 の光情報記録媒体に記録または再生を行うのに必要な所定の像側開口数を NA_2 ($NA_1 \geq NA_2$) としたとき、波長 λ_1 と透明基板の厚さ t_1 と像側開口数 NA_1 との組み合わせに対して、その波面収差が $0.07\lambda_1 \text{ rms}$ 以下、かつ波長 λ_2 と透明基板の厚さ t_2 と像側開口数 NA_2 との組み合わせに対して、その波面収差が $0.07\lambda_2 \text{ rms}$ 以下となるように集光でき、前記光源と前記対物レンズの間に温度・湿度変化に起因して前記集光光学系の各光学面で発生する球面収差の変動を補正する球面収差補正手段を設けたことを特徴とする。

【0033】

また、請求項14に記載の集光光学系は、波長の異なる光源と、前記光源から射出された光束を光情報記録媒体の透明基板を介して情報記録面上に集光させる対物レンズとを含み、透明基板の厚さが異なる複数の光情報記録媒体に対して情報の記録および／または再生が可能な記録再生用の集光光学系であって、前記対物レンズは、請求項1～11のいずれか1項に記載の対物レンズであり、前記互いに異なる波長のうち、任意の2つの波長を λ_1 、 λ_2 ($\lambda_1 < \lambda_2$) とし、前記互いに透明基板の厚さが異なる複数の光情報記録媒体のうち、任意の2つの光情報記録媒体の透明基板の厚さを t_1 、 t_2 ($t_1 < t_2$) とし、波長 λ_1 の光束により透明基板の厚さ t_1 の光情報記録媒体に記録または再生を行うのに必要な所定の像側開口数を NA_1 とし、波長 λ_2 の光束により透明基板の厚さ t_2 の光情報記録媒体に記録または再生を行うのに必要な所定の像側開口数を NA_2 ($NA_1 \geq NA_2$) としたとき、波長 λ_1 と透明基板の厚さ t_1 と像側開口数 NA_1 との組み合わせに対して、その波面収差が $0.07\lambda_1 \text{ rms}$ 以下、かつ波長 λ_2 と透明基板の厚さ t_2 と像側開口数 NA_2 との組み合わせに対して、その波面収差が $0.07\lambda_2 \text{ rms}$ 以下となるように集光でき、光源と前記対物レンズ

の間に、前記光情報記録媒体の透明基板厚さの微少な変動に起因して前記集光光学系の各光学面で発生する球面収差の変動を補正する球面収差補正手段を設けたことを特徴とする。

【 0 0 3 4 】

また、請求項 1 5 に記載の集光光学系は、波長の異なる光源と、前記光源から射出された光束を光情報記録媒体の透明基板を介して情報記録面上に集光させる対物レンズとを含み、透明基板の厚さが異なる複数の光情報記録媒体に対して情報の記録および／または再生が可能な記録再生用の集光光学系であって、前記対物レンズは、請求項 1 ～ 1 1 のいずれか 1 項に記載の対物レンズであり、前記互いに異なる波長のうち、任意の 2 つの波長を $\lambda 1$ 、 $\lambda 2$ ($\lambda 1 < \lambda 2$) とし、前記互いに透明基板の厚さが異なる複数の光情報記録媒体のうち、任意の 2 つの光情報記録媒体の透明基板の厚さを $t 1$ 、 $t 2$ ($t 1 < t 2$) とし、波長 $\lambda 1$ の光束により透明基板の厚さ $t 1$ の光情報記録媒体に記録または再生を行うのに必要な所定の像側開口数を $NA 1$ とし、波長 $\lambda 2$ の光束により透明基板の厚さ $t 2$ の光情報記録媒体に記録または再生を行うのに必要な所定の像側開口数を $NA 2$ ($NA 1 \geq NA 2$) としたとき、波長 $\lambda 1$ と透明基板の厚さ $t 1$ と像側開口数 $NA 1$ との組み合わせに対して、その波面収差が $0.07 \lambda 1 \text{ rms}$ 以下、かつ波長 $\lambda 2$ と透明基板の厚さ $t 2$ と像側開口数 $NA 2$ との組み合わせに対して、その波面収差が $0.07 \lambda 2 \text{ rms}$ 以下となるように集光でき、光源と前記対物レンズの間に、前記光源の発振波長の微少な変動に起因して前記集光光学系の各光学面で発生する球面収差の変動を補正する球面収差補正手段を設けたことを特徴とする。

【 0 0 3 5 】

また、請求項 1 6 に記載の集光光学系は、波長の異なる光源と、前記光源から射出された光束を光情報記録媒体の透明基板を介して情報記録面上に集光させる対物レンズとを含み、透明基板の厚さが異なる複数の光情報記録媒体に対して、情報の記録および／または再生が可能な記録再生用の集光光学系であって、前記対物レンズは、請求項 1 ～ 1 1 のいずれか 1 項に記載の対物レンズであり、前記互いに異なる波長のうち、任意の 2 つの波長を $\lambda 1$ 、 $\lambda 2$ ($\lambda 1 < \lambda 2$) とし、

前記互いに透明基板の厚さが異なる複数の光情報記録媒体のうち、任意の2つの光情報記録媒体の透明基板の厚さを t_1 、 t_2 ($t_1 < t_2$) とし、波長 λ_1 の光束により透明基板の厚さ t_1 の光情報記録媒体に記録または再生を行うのに必要な所定の像側開口数を NA_1 とし、波長 λ_2 の光束により透明基板の厚さ t_2 の光情報記録媒体に記録または再生を行うのに必要な所定の像側開口数を NA_2 ($NA_1 \geq NA_2$) としたとき、波長 λ_1 と透明基板の厚さ t_1 と像側開口数 NA_1 との組み合わせに対して、その波面収差が $0.07\lambda_1 \text{ rms}$ 以下、かつ波長 λ_2 と透明基板の厚さ t_2 と像側開口数 NA_2 との組み合わせに対して、その波面収差が $0.07\lambda_2 \text{ rms}$ 以下となるように集光でき、光源と前記対物レンズの間に、温度・湿度変化、前記光情報記録媒体の透明基板厚さの微少な変動及び前記光源の発振波長の微少な変動のうち少なくとも2つ以上の組み合わせに起因して前記集光光学系の各光学面で発生する球面収差の変動を補正する球面収差補正手段を設けたことを特徴とする。

【 0 0 3 6 】

また、請求項17に記載の集光光学系は、請求項12～16のいずれか1項において、前記球面収差補正手段は、互いに異なる透明基板の厚さを有するそれぞれの光情報記録媒体に対して、それぞれの透明基板の厚さに応じて前記対物レンズに入射する光束の発散角を変えることを特徴とする。

【 0 0 3 7 】

また、請求項18に記載の集光光学系は、請求項12～16のいずれか1項において、集光光学系前記球面収差補正手段は、屈折率分布が可変であることを特徴とする。

【 0 0 3 8 】

また、請求項19に記載の集光光学系は、請求項12～17のいずれか1項において、前記球面収差補正手段は、少なくとも1枚の正レンズと少なくとも1枚の負レンズを含み、略平行に入射する光束を入射を略平行に出射するビームエキスパンダの構成となっており、前記正レンズ及び前記負レンズのうち少なくとも1つのレンズが光軸方向に沿って変移可能な可動要素となっていることを特徴とする。

【 0 0 3 9 】

また、請求項 2 0 に記載の集光光学系は、請求項 1 9 において前記正レンズ及び前記負レンズが次式を満たすことを特徴とする。

【 0 0 4 0 】

$$\nu d P > \nu d N \quad (10)$$

ただし、 $\nu d P$ ：前記球面収差補正手段に含まれる正レンズの d 線のアッベ数の平均値

$\nu d N$ ：前記球面収差補正手段に含まれる負レンズの d 線のアッベ数の平均値

【 0 0 4 1 】

また、請求項 2 1 に記載の集光光学系は、請求項 2 0 において前記正レンズ及び前記負レンズが次式を満たすことを特徴とする。

【 0 0 4 2 】

$$\nu d P > 55.0 \quad (11)$$

【 0 0 4 3 】

$$\nu d N < 35.0 \quad (12)$$

【 0 0 4 4 】

また、請求項 2 2 に記載の集光光学系は、請求項 2 1 において前記球面収差補正手段に含まれる正レンズの d 線のアッベ数の平均値と、前記球面収差補正手段に含まれる負レンズの d 線のアッベ数の平均値との差を $\Delta \nu$ として以下の条件式を満足し、前記可動要素は比重が 2.0 以下の材料から形成されることを特徴とする。

【 0 0 4 5 】

$$30 \leq \Delta \nu \leq 50 \quad (13)$$

【 0 0 4 6 】

また、請求項 2 3 に記載の集光光学系は、請求項 1 9 において前記球面収差補正手段に含まれる全ての正レンズのアッベ数が 70.0 以下または前記球面収差補正手段に含まれる全ての負レンズのアッベ数が 40.0 以上であって、少なくとも 1 つの輪帯状の回折構造を有する回折面を有することを特徴とする。

【 0 0 4 7 】

また、請求項 2 4 記載の集光光学系は、請求項 2 2 または 2 3 において前記可動要素は比重が 2. 0 以下の材料から形成されることを特徴とする。

【 0 0 4 8 】

また、請求項 2 5 に記載の集光光学系は、請求項 2 2, 2 3 または 2 4 において前記球面収差補正手段はプラスチック材料から形成されることを特徴とする。

【 0 0 4 9 】

また、請求項 2 6 に記載の集光光学系は、請求項 2 5 において前記球面収差補正手段は飽和吸水率が 0. 5 % 以下である材料から形成されていることを特徴とする。

【 0 0 5 0 】

また、請求項 2 7 に記載の集光光学系は、請求項 1 9 ~ 2 6 のいずれか 1 項において前記球面収差補正手段は使用波長領域で厚さが 3 mm における内部透過率が 8 5 % 以上である材料から形成されていることを特徴とする。

【 0 0 5 1 】

また、請求項 2 8 に記載の集光光学系は、請求項 1 9 ~ 2 7 のいずれか 1 項において前記球面収差補正手段は、1 枚の正レンズと 1 枚の負レンズから構成され、少なくとも 1 つの非球面を有し、前記正レンズ及び前記負レンズのうち少なくとも一方のレンズが光軸方向に沿って変移可能な可動要素となっていることを特徴とする。

【 0 0 5 2 】

また、請求項 2 9 に記載の集光光学系は、請求項 2 8 において前記可動要素は、前記光学系の球面収差がオーバー側に変動するときは、前記正レンズと前記負レンズとの間隔を減少させ、光学系の球面収差がアンダー側に変動するときは、前記正レンズと前記負レンズとの間隔を増加させるように光軸方向に沿って変移することを特徴とする。

【 0 0 5 3 】

また、請求項 3 0 に記載の集光光学系は、請求項 2 8 または 2 9 において、前記互いに透明基板の厚さが異なる複数の光情報記録媒体のうち、任意の 2 つの光情報記録媒体の透明基板の厚さを t_1 、 t_2 ($t_1 < t_2$) としたとき、前記可

動要素は、透明基板の厚さが t_1 の光情報記録媒体に対して情報の記録または再生を行うときには、前記正レンズと前記負レンズとの間隔を増加させ、透明基板の厚さが t_2 の光情報記録媒体に対して情報の記録または再生を行うときには、前記正レンズと前記負レンズとの間隔を減少させるように光軸方向に沿って変移することを特徴とする。

【 0 0 5 4 】

また、請求項 3 1 に記載の集光光学系は、請求項 1 2 ～ 1 7 のいずれか 1 項において前記球面収差補正手段は、前記光源から射出された発散光の発散角を変えるカップリングレンズであり、前記カップリングレンズは光軸方向に沿って変移可能な可動要素となっていることを特徴とする。

【 0 0 5 5 】

また、請求項 3 2 に記載の集光光学系は、請求項 3 1 において前記球面収差補正手段は、少なくとも 1 つの面を輪帯状の回折構造を有する回折面とした単レンズであることを特徴とする。

【 0 0 5 6 】

また、請求項 3 3 に記載の集光光学系は、請求項 3 2 において前記球面収差補正手段は、少なくとも 1 つの面を光軸から離れるに従い曲率半径が大きくなる非球面とし、少なくとも 1 つの面を輪帯状の回折構造を有する回折面としたことを特徴とする。

【 0 0 5 7 】

また、請求項 3 4 に記載の集光光学系は、請求項 3 3 において前記球面収差補正手段は、光源側の面が巨視的にみると球面状の回折面であり、光源から遠い方の面が光軸から離れるに従い曲率半径が大きくなる非球面としたことを特徴とする。

【 0 0 5 8 】

また、請求項 3 5 に記載の集光光学系は、請求項 3 1 において前記球面収差補正手段は相対的にアッペ数の大きい正レンズと、相対的にアッペ数の小さい負レンズを接合した 1 群 2 枚構成であることを特徴とする。

【 0 0 5 9 】

また、請求項 3 6 記載の集光光学系は、請求項 3 5 において前記正レンズ及び前記負レンズが次式を満たし、少なくとも 1 つの非球面を有することを特徴とする。

【0 0 6 0】

$$\nu d P > 55.0 \quad (14)$$

【0 0 6 1】

$$\nu d N < 35.0 \quad (15)$$

ただし、 $\nu d P$: 正レンズの d 線のアッベ数

$\nu d N$: 負レンズの d 線のアッベ数

【0 0 6 2】

また、請求項 3 7 に記載の集光光学系は、請求項 3 1 ~ 3 6 のいずれか 1 項において前記球面収差補正手段は比重が 2.0 以下の材料から形成されることを特徴とする。

【0 0 6 3】

また、請求項 3 8 に記載の集光光学系は、請求項 3 7 において前記球面収差補正手段はプラスチック材料から形成されることを特徴とする。

また、請求項 3 9 に記載の集光光学系は、請求項 3 8 において前記球面収差補正手段は飽和吸水率が 0.5 % 以下である材料から形成されていることを特徴とする。

【0 0 6 4】

また、請求項 4 0 に記載の集光光学系は、請求項 3 1 ~ 3 9 のいずれか 1 項において前記球面収差補正手段は使用波長領域で厚さが 3 mm における内部透過率が 85 % 以上である材料から形成されていることを特徴とする。

【0 0 6 5】

また、請求項 4 1 に記載の集光光学系は、請求項 3 1 ~ 4 0 のいずれか 1 項において前記球面収差補正手段は前記集光光学系の球面収差がオーバー側に変動するときは前記対物レンズとの間隔を増加させ、前記集光光学系の球面収差がアンダー側に変動するときは前記対物レンズとの間隔を減少させるように光軸方向に沿って変移することを特徴とする。

【0066】

また、請求項42に記載の集光光学系は、請求項31～41のいずれか1項において前記互いに透明基板の厚さが異なる複数の光情報記録媒体のうち、任意の2つの光情報記録媒体の透明基板の厚さを t_1 、 t_2 ($t_1 < t_2$) としたとき、前記可動要素は、透明基板の厚さが t_1 の光情報記録媒体に対して情報の記録または再生を行うときには、前記対物レンズとの間隔を減少させ、透明基板の厚さが t_2 の光情報記録媒体に対して情報の記録または再生を行うときには、前記対物レンズとの間隔を増加させるように光軸方向に沿って変移することを特徴とする。

【0067】

また、請求項43に記載の集光光学系は、請求項12～42のいずれか1項において次式を満たすことを特徴とする。

【0068】

$$t_1 \leq 0.6 \text{ mm} \quad (16)$$

【0069】

$$t_2 \geq 0.6 \text{ mm} \quad (17)$$

【0070】

$$\lambda_1 \leq 500 \text{ nm} \quad (18)$$

【0071】

$$600 \text{ nm} \leq \lambda_2 \leq 800 \text{ nm} \quad (19)$$

【0072】

$$NA_1 \geq 0.65 \quad (20)$$

【0073】

$$NA_2 \leq 0.65 \quad (21)$$

【0074】

また、請求項44に記載の集光光学系は、請求項12～43のいずれか1項において前記球面収差補正手段と前記対物レンズとの合成系の軸上色収差が次式を満たすことを特徴とする。

【0075】

$$|\delta f B i \cdot N A i^2| \leq 0.25 \mu m (i=1 \text{ および } 2) \quad (22)$$

ただし、 $\delta f B i$ ：前記光源の波長 λi が+1nm変化したときの、合成系の焦点位置の変化(μm)

【0076】

また、請求項45に記載の光ピックアップ装置は、波長の異なる光源と、前記光源からの光束を光情報記録媒体の記録面に集光するための対物レンズと、前記光源と前記対物レンズとの間に配置される球面収差補正手段とを含む集光光学系と、前記記録面からの反射光を検出するための受光手段と、前記反射光を検出することで前記記録面に集光させるために前記対物レンズを駆動させる第1の駆動装置と、前記反射光を検出することで前記記録面上に集光された光束の集光状態を検出し、前記球面収差補正手段を作動させる第2の駆動装置と、を備え、透明基板の厚さが異なる複数の光情報記録媒体に対して情報の記録および／または再生が可能な情報記録再生用の光ピックアップ装置であって、前記集光光学系が請求項12～44のいずれか1項に記載の集光光学系であることを特徴とする。

【0077】

【作用】

請求項1のように、透明基板の厚さが異なる任意の光情報記録媒体に対して異なる波長で情報の記録または再生を行うことのできる光ピックアップ装置に適した対物レンズを得ることができるとともに、対物レンズを2枚の正レンズで構成すると各屈折面での収差の発生量が小さく、NAが例えば0.65以上の光束においても球面収差をはじめとする諸収差を良好に補正することができ、更に各レンズを比重が2.0以下の材料から形成すると、NAが大きく、レンズの体積が大きい2枚のレンズで構成された対物レンズであっても軽量となり、対物レンズのフォーカシング用のアクチュエータに負担をかけることがなく、高速な追従が可能となり、または、より小型のアクチュエータで駆動できるようになり、光ピックアップ装置を小型化できる。また、レンズを2枚構成としたことによりNAが例えば0.65以上と大きい場合にも各屈折面の偏心などの誤差による諸収差の劣化が少なく製造しやすい対物レンズを得ることができる。また、回折構造の作用により、波長 $\lambda 1$ と透明基板の厚さ $t 1$ と像側開口数NA1との組み合わせ

に対して、その波面収差が $0.07\lambda_1 \text{ rms}$ 以下であり、かつ波長 λ_2 と透明基板の厚さ t_2 と像側開口数 NA_2 との組み合わせに対して、その波面収差が $0.07\lambda_2 \text{ rms}$ 以下の状態で情報記録面上に光束を集光することができるので、異なる波長の光源を用いて、異なる透明基板厚さの光情報記録媒体に対して情報の記録および／または再生を適切に行うことができる。

【 0 0 7 8 】

更に、回折構造に光源の発振波長が長波長側に変動したときに対物レンズのバックフォーカスが短くなるような波長特性を持たせることで、対物レンズで発生する色収差を効果的に補正することができる。

【 0 0 7 9 】

また、本発明による対物レンズの第 1 レンズは、相対的にアッペ数の大きい正レンズと相対的にアッペ数の小さい負レンズとを接合した 1 群 2 枚構成のレンズであっても良い。第 1 レンズを上記の構成とすることで、対物レンズ全系で発生する色収差を効果的に補正することができ、更に正レンズと負レンズの両方を比重 2.0 以下の材料から形成することで、1 群 2 枚構成であっても軽量のレンズとすることができる。

また、第 2 レンズについても同様に、相対的にアッペ数の大きい正レンズと相対的にアッペ数の小さい負レンズとを接合した 1 群 2 枚構成としても良い。第 2 レンズを上記の構成とすることで、対物レンズ全系で発生する色収差を効果的に補正することができ、更に正レンズと負レンズの両方を比重 2.0 以下の材料から形成することで、1 群 2 枚構成であっても軽量のレンズとすることができる。

【 0 0 8 0 】

請求項 2 のように、各レンズをプラスチック材料で構成すると、非球面や回折構造を付加しやすく、更に射出成形などより大量生産が可能となり、安価な対物レンズを得ることができる。

【 0 0 8 1 】

請求項 3 にあるように波長 λ_1 と透明基板の厚さ t_1 と像側開口数 NA_1 との組み合わせに対して球面収差が良好に補正されている対物レンズにおいて、波長 λ_2 と透明基板の厚さ t_2 と像側開口数 NA_2 との組み合わせに対して必要な開

開口数 NA_2 の範囲までの球面収差を前記回折構造の作用によって補正し、開口数 NA_2 から NA_1 までの範囲は球面収差をフレア成分として大きく発生させておくことが好ましい。波長 λ_2 の光束を、波長 λ_1 と開口数 NA_1 で決まる絞り全てを通過するように入射させた際、スポットの結像に寄与しない開口数 NA_2 以上の光束は情報記録面上でスポット径が小さくなりすぎないので、光ピックアップ装置の受光手段での不要信号の検出を防ぐことができ、さらにそれぞれの波長と開口数の組み合わせに対応した校りを切り替えるための手段を設ける必要がなくなるので簡易な光ピックアップ装置を得ることができる。

【 0 0 8 2 】

請求項 4 にあるように、透明基板の厚さの小さい記録媒体に対する物点の位置と、透明基板の厚さの大きい記録媒体に対する物点の位置とが等しい場合、例えば、対物レンズにはいずれの場合にもコリメートされた平行光が入射する場合は、回折構造のみの作用によって透明基板の厚さの違いによる球面収差を補正する。また、透明基板の厚さの異なるそれぞれ記録媒体に対して、対物レンズに入射する光束の発散度を変える機構を設ける必要がないので、簡易な構成の光ピックアップ装置を得ることができる。

【 0 0 8 3 】

請求項 5 にあるように、透明基板の厚さの小さい記録媒体に対する物点の位置と、透明基板の厚さの大きい記録媒体に対する物点の位置とが異なる場合、例えば、透明基板の厚さの小さい記録媒体に対しては対物レンズに平行光が入射し、透明基板の厚さの大きい記録媒体に対しては対物レンズに発散光が入射する場合は、透明基板の厚さの違いによる球面収差を、物点位置の違いによってある程度補正することができるので、より精緻に球面収差を補正することができる。また、回折構造の球面収差補正の負担を軽減することができるので、回折構造の形状を製造しやすい形状にすることができ、かつ回折効率を高めることができる。さらに、透明基板の厚さの大きい記録媒体に対して対物レンズに発散光が入射する場合は、ワーキングディスタンスを大きく確保することができるので、記録媒体のそりや傾きによる対物レンズと記録媒体との接触を防ぐことができる。

【 0 0 8 4 】

請求項6のように、全部で4面の屈折面のうち、第1面から第3面までの少なくとも2つの面を非球面とすると、球面収差の他に更にコマ収差、非点収差を良好に補正することができ、対物レンズのチルトや光源との光軸のずれにともなう集光性能の劣化を小さくすることができる。また、レンズがプラスチック製であれば屈折面を非球面とすることは容易であり、製造コストが増加することはない。

【0085】

請求項7の条件式は回折構造の輪帯間隔すなわち光軸に垂直な方向の輪帯間の間隔に関する。光路差関数が2次の光路差関数係数（回折面係数ともいう）しか有しないならば、 $(Ph/Pf) - 2 = 0$ となるが、本発明では透明基板厚さの違いによって生じる球面収差の差を回折の作用より良好に補正するために、光路差関数の高次の光路差関数係数を用いることが好ましい。このとき、 $(Ph/Pf) - 2$ が0からある程度離れた値をとることが好ましく、条件式で下限以上で高次の球面収差を補正する回折の作用が強くなるので、透明基板厚さの違いによって生じる2波長間の球面収差の差を良好に補正することができる。条件式で上限以下で回折構造の輪帯間隔が小さくなりすぎず、回折効率の高い回折レンズを製造しやすい。

【0086】

請求項8の条件式(2)は第1レンズと第2レンズの屈折力配分を適切にするためのものであり、条件式(2)の上限を超えないようにすると、第3面、すなわち第2レンズの光源側の面の曲率半径が小さくなり過ぎず、第1レンズと第2レンズの光軸ずれによる収差劣化を小さく抑えることができ、条件式(2)の下限を超えないようにすると、コマ収差や非点収差などの像高特性を良好に補正することができる。また、条件式(3)の上限を超えないようにすると、第1レンズのメニスカスの度合いが大きくなり過ぎることがなく、第1レンズの第1面と第2面との間の軸ずれによる収差劣化が大きくなり過ぎない。下限を超えないようにすると球面収差の補正が不足しない。

【0087】

請求項9の条件式(4)～(9)を満足すると、例えばDVD等の光情報記録

媒体と、より高密度の光情報記録媒体との両方に対する記録・再生が可能となる。また、光情報記録媒体の透明基板厚が 0.6 mm 以下となると透明基板による球面収差の補正効果が小さくなるが、対物レンズが 2 枚構成であるので、球面収差を十分に補正でき、また、対物レンズの NA が 0.65 以上となっても光情報記録媒体の微少な傾きや反りによるコマ収差の発生が小さく良好な集光性能が得られる。

【 0 0 8 8 】

請求項 10 のように、使用波長範囲で材料の 3 mm 厚に対する内部透過率が 85 % 以上のものを材料とすると、記録のための光の強度が十分得られ、また再生のための読み出し時に対物レンズを往復で通過してもセンサへ入射する光量を十分得ることができ、読み出し信号の S/N 比を良くすることができる。また、500 nm 以下、特に 400 nm 程度になると吸収によるレンズ材料の劣化が無視できなくなるが、上記条件を満たした材料を用いた対物レンズとすれば劣化の影響は僅かとなり、半永久的に使用が可能となる。

【 0 0 8 9 】

請求項 11 のように材料を選ぶと、各レンズが空気中の水分を吸収する過程においてレンズ内に吸水率の差による屈折率分布が生じにくく、それによる収差を小さくすることができる。特に NA が大きいと、収差の発生は大きくなる傾向があるが、上記のようにすると十分小さくすることができる。

【 0 0 9 0 】

以上述べたように請求項 1 ~ 11 によって複数種類の光情報記録媒体に対する記録・再生に適用して良好な対物レンズが得られるが、NA が大きく、波長のより短い光源を用いて記録密度を大きくしようとする場合、さまざまな誤差の影響、特に球面収差の変動が無視できなくなる。そこで、請求項 12 のように光源と対物レンズとの間に球面収差の変動を補正する球面収差補正手段を設けると、さまざまな誤差があっても良好な集光特性を維持できかつ複数種類の光情報記録媒体に対する記録・再生用の良好な集光光学系を得ることができる。

【 0 0 9 1 】

請求項 13 のように温度・湿度の変化により、対物レンズ、特にプラスチック

レンズでできた対物レンズなどで発生する球面収差変動を補正する球面収差補正手段を設けると、環境変化に対しても集光スポットが良好な集光光学系を得ることができる。

【 0 0 9 2 】

請求項 1 4 のように光情報記録媒体の透明基板厚の変動によって生ずる球面収差の変動を補正する球面収差補正手段を設けると、前記光情報記録媒体に製造誤差などがあっても集光スポットが良好な集光光学系を得ることができる。

【 0 0 9 3 】

請求項 1 5 のように光源の発振波長の差によって生ずる球面収差の変動を補正する球面収差補正手段を設けると、光源装置の誤差があっても集光スポットが良好な集光光学系を得ることができる。

【 0 0 9 4 】

請求項 1 6 のように、温度・湿度変化、光情報記録媒体の透明基板厚の変動、及び光源の発振波長の変動の内の少なくとも 2 つの組み合わせによって生ずる球面収差の変動を補正する球面収差補正手段を設けると、常に集光特性の良好な集光光学系を得ることができる。このような球面収差補正手段を設けると、対物レンズ、光源、光情報記録媒体などへの要求精度が厳しくなりすぎず、それでいて性能のよい集光光学系が得られる。

【 0 0 9 5 】

請求項 1 7 によれば、球面収差補正手段が光情報記録媒体の種類の応じて対物レンズに入射する光束を無限光から有限光に変えたり逆に有限光から無限光に変えるように発散角を変えることができる。

【 0 0 9 6 】

請求項 1 8 のように、例えば電圧印加などにより屈折率の分布を生じせしめる装置により、球面球面収差の変動を補正するようにすると、可動部がなく機械的に簡単な構造の集光光学系を得ることができる。

【 0 0 9 7 】

請求項 1 9 のように、球面収差補正手段を少なくとも 1 枚の正レンズと少なくとも 1 枚の負レンズとを含むビームエキスパンダの構成とし、少なくとも 1 つの

レンズを光軸方向に沿って変位可能とするようにすると、対物レンズへ入射する光線束の発散度を変化させることができ、球面収差を変化させることができる。また、正レンズと負レンズを含むことにより色収差を補正し易くなり、レンズ位置を固定すれば、波長変動による発散度、すなわち球面収差の変動が抑えられ、モードホップなど瞬間的に発生する波長変動で球面収差補正手段が追従できない場合でも集光スポットの良好な集光光学系を得ることができる。

【 0 0 9 8 】

請求項 2 0 の条件式 (1 0) を満足するように正レンズと負レンズのアッベ数を選ぶと、色収差が良好に補正された球面収差補正手段を有する集光光学系を得ることができる。

【 0 0 9 9 】

請求項 2 1 の条件式 (1 1) および条件式 (1 2) を満足するようにすると、更に好ましく色収差が補正された球面収差補正手段を有する集光光学系を得ることができる。

【 0 1 0 0 】

請求項 2 2 の条件式 (1 3) を満足するように正レンズと負レンズのアッベ数の差を選ぶと更に良い。条件式 (1 3) の下限を超えないようにすると、色収差の補正は容易となり、正レンズおよび負レンズの屈折力を大きくしすぎることなく色収差を補正でき、コマ収差などの像高特性の劣化が少ない集光光学系を得ることができる。条件式 (1 3) の上限を超えないようにすると、材料の入手が容易で内部透過率や加工性に問題がある材料となることない。更に、可動要素の材料を比重が 2 . 0 以下の材料で形成すると、可動要素が十分に軽量で、球面収差の変動が高速で起こる場合でも容易に追従可能な球面収差補正手段を有する集光光学系を得ることができる。

【 0 1 0 1 】

請求項 2 3 のように正レンズをアッベ数が 7 0 以下の材料とすれば、耐酸性や耐候性などに優れた材料を選択でき、負レンズをアッベ数が 4 0 以上の材料とすれば内部透過率、特に短波長における透過率の優れた材料を選択できるようになり、輪帯状の回折構造を持たせたことで色収差の補正も十分にできる。また、上

記回折構造に少なくとも2つの異なる波長の光束による同一次数の回折光が透明基板の厚さの異なる少なくとも2種類の光情報記録媒体に対して、それぞれ良好な波面を形成するよう波長特性を持たせることで、透明基板の厚さの異なる複数種類の光情報記録媒体に対する記録および／または再生が可能となる。

【0102】

請求項24のように可動要素を比重が2.0以下の材料で形成すれば、可動要素が十分に軽量で、球面収差の変動が高速で起こる場合でも容易に追従可能な球面収差補正手段を有する集光光学系を得ることができる。

【0103】

請求項25のように各レンズをプラスチック材料で構成すると更に射出成形などより大量生産が可能となり、安価な球面収差補正手段を得ることができる。

【0104】

請求項26のようにすると、各レンズが空気中の水分を吸収する過程においてレンズ中に吸水率の差による屈折率分布が生じにくく、それによって発生する収差や位相変化にともなう回折効率の低下を抑えることができる。特にNAが大きいと、収差発生や回折効率低下は大きくなる傾向にあるが、上記のようにすると十分小さくすることができる。

【0105】

請求項27のように、使用波長範囲で材料の3mm厚に対する内部透過率が85%以上のものを材料とすると、記録のための光の強度が十分得られ、また再生のための読み出し時に前記球面収差補正手段を往復で通過して、センサへ入射する場合でも光量を十分得ることができ、読み出し信号のS/N比を良くすることができる。また、500nm以下、特に400nm程度になると吸収によるレンズ材料の劣化が無視できなくなるが、上記条件を満たした材料を用いた球面収差補正手段とすれば劣化の影響は僅かとなり、半永久的に使用が可能となる。

【0106】

請求項28のような構成の球面収差補正手段とすれば簡単で安価であるにもかかわらず性能良好な球面収差補正手段となる。

【0107】

請球項 2 9 のように集光光学系で球面収差がオーバー（補正過剰）方向に変動するとき前記正、負のレンズ間隔を減少させるようにすると、すなわち対物レンズへの入射光束の発散度が大きくなるようにすると対物レンズでアンダー（補正不足）方向の球面収差が発生し、全体として球面収差が補正される。逆に、集光光学系で球面収差がアンダー（補正不足）の方向に変動したときは前記正、負のレンズの間隔を広げるようにすると、すなわち対物レンズへの入射光束の発散度が小さくなるようにすると対物レンズでオーバー（補正過剰）の球面収差が発生するので全系での球面収差が補正される。

【 0 1 0 8 】

対物レンズが厚さ t_1 の透明基板に対して収差が良好になるように補正されている場合、厚さ t_2 の透明基板を有する光情報記録媒体に対して情報の記録および／または再生を行おうとすると、透明基板でオーバー方向の球面収差が発生してしまう。このとき、請求項 3 0 のように前記正、負レンズの間隔を減少させるようにすると、すなわち対物レンズへの入射光束の発散度が大きくなるようにすると対物レンズでアンダー方向の球面収差が発生し、全体として球面収差が補正される。また、対物レンズが厚さ t_2 の透明基板に対して収差が良好になるように補正されている場合は、厚さ t_1 の透明基板を有する光情報記録媒体に対して情報の記録および／または再生を行おうとすると、透明基板でアンダー方向の球面収差が発生するので前記正、負レンズの間隔を広げるようにすると、すなわち対物レンズへの入射光束の発散度が小さくなるようにすると対物レンズでオーバー方向の球面収差が発生し、全体として球面収差が補正される。

【 0 1 0 9 】

請求項 3 1 によれば、球面収差補正手段として光源と対物レンズとの間に光軸方向に変位できるように可動要素とされたカップリングレンズを配置し、光情報記録媒体を含む各光学面で発生する球面収差の変動を、カップリングレンズを変位させて補正することができ、カップリングレンズが光情報記録媒体の種類の応じて対物レンズに入射する光束を無限光から有限光に変えたり逆に有限光から無限光に変えるように発散角を変えることができる。

【 0 1 1 0 】

請求項 3 2 によれば、カップリングレンズにより、輪帯状の回折面で軸上色収差を補正できかつ簡単な構成の球面収差補正手段とすることができる。また、上記回折構造に少なくとも 2 つの異なる波長の光束による同一次数の回折光が透明基板の厚さの異なる少なくとも 2 種類の光情報記録媒体に対して、それぞれ良好な波面を形成するよう波長特性を持たせることで、透明基板の厚さの異なる複数種類の光情報記録媒体に対する記録および／または再生が可能となる。

【 0 1 1 1 】

請求項 3 3 のように、少なくとも 1 つの面を光軸から離れるに従い曲率半径が大きくなる非球面とすることで 1 枚のカップリングレンズでも球面収差を良好に補正することができ、更に 1 つの面を輪帯状の回折面とすることで色収差を過剰に補正することができる。

【 0 1 1 2 】

請求項 3 4 のように、カップリングレンズの光源から遠い方の面を光軸から離れるに従い曲率半径が大きくなる非球面とすると、球面収差の他にコマ収差も良好に補正できる。また光源側の面を巨視的には球面の回折面とすれば簡単な構成でありながら色収差を上記のように過剰補正することができる。

【 0 1 1 3 】

請求項 3 5 のように、カップリングレンズが 1 群 2 枚の接合レンズの構成でも色収差を適度に過剰補正した球面収差補正手段を得ることができる。

【 0 1 1 4 】

請求項 3 6 のように少なくとも 1 つの面を非球面とすると球面収差を補正できるので、接合面による球面収差の補正効果を見込まなくてもよくなり、色収差の補正を好適にすることができる。条件式 (1 4) および (1 5) を満たすようにすると更に良好な性能の球面収差補正手段を得ることができる。

【 0 1 1 5 】

請求項 3 7 のようにカップリングレンズを比重が 2. 0 以下の材料で形成すれば、球面収差補正手段は十分に軽量とすることができ、球面収差の変動が高速で起こる場合でも容易に追従可能な球面収差補正手段を有する集光光学系を得ることができる。

【0116】

請求項38のようにカップリングレンズをプラスチック材料で構成すると更に射出成形などより大量生産が可能となり、安価な球面収差補正手段を得ることができる。

【0117】

請求項39のようにすると、カップリングレンズが空気中の水分を吸収する過程においてレンズ中に吸水率の差による屈折率分布が生じにくく、それによって発生する収差や位相変化にともなう回折効率の低下を抑えることができる。特にNAが大きいと、収差発生や回折効率低下は大きくなる傾向にあるが、上記のようにすると十分小さくすることができる。

【0118】

請求項40のように、使用波長範囲で材料の3mm厚に対する内部透過率が85%以上のものをカップリングレンズの材料とすると、記録のための光の強度が十分得られ、また再生のための読み出し時に球面収差補正手段を往復で通過して、センサへ入射する場合でも光量を十分得ることができ、読み出し信号のS/N比を良くすることができる。また、500nm以下、特に400nm程度になると吸収によるレンズ材料の劣化が無視できなくなるが、上記条件を満たした材料を用いた球面収差補正手段とすれば劣化の影響は僅かとなり、半永久的に使用が可能となる。

【0119】

請求項41のように集光光学系で球面収差がオーバー方向に変動するときカップリングレンズが対物レンズとの間隔を広げるように変移すると、すなわち対物レンズへの入射光束の発散度が大きくなるようにすると対物レンズでアンダー方向の球面収差が発生し、全体として球面収差が補正される。逆に集光光学系で球面収差がアンダーの方向に変動したときはカップリングレンズが対物レンズとの間隔を狭めるように変移すると、すなわち対物レンズへの入射光束の発散度が小さくなるようにすると対物レンズでオーバーの球面収差が発生するので全系での球面収差が補正される。

【0120】

対物レンズが厚さ t_1 の透明基板に対して収差が良好になるように補正されている場合、厚さ t_2 の透明基板を有する光情報記録媒体に対して情報の記録および／または再生を行おうとすると、透明基板でオーバー方向の球面収差が発生してしまう。このとき請求項 4 2 のように、カップリングレンズが対物レンズとの間隔を広げるように変移すると、すなわち対物レンズへの入射光束の発散度が大きくなるようにすると対物レンズでアンダー方向の球面収差が発生し、全体として球面収差が補正される。また、対物レンズ t_1 の厚さ t_2 の透明基板に対して収差が良好になるように補正されている場合は、厚さ t_1 の透明基板を有する光情報記録媒体に対して情報の記録および／または再生を行おうとすると、透明基板でアンダー方向の球面収差が発生するのでカップリングレンズが対物レンズとの間隔を狭めるように変移すると、すなわち対物レンズへの入射光束の発散度が小さくなるようにすると対物レンズでオーバー方向の球面収差が発生し、全体として球面収差が補正される。

【 0 1 2 1 】

請求項 4 3 の条件式 (16) ~ (21) を満足すると、例えば DVD 等の光情報記録媒体と、より高密度の光情報記録媒体との両方に対する記録・再生が可能な集光光学系を得ることができる。

【 0 1 2 2 】

請求項 4 4 の条件式 (22) を満足するように色収差を補正すると、NA が 0.65 以上であっても光源の微少な波長変動によるスポットサイズの広がりを十分に防ぐことができる。

【 0 1 2 3 】

請求項 4 5 のように光ピックアップ装置を構成すると、記録ピットサイズが小さく記録密度が大きい光情報記録媒体及び記録ピットサイズが比較的大きく記録密度が比較的小さい光情報記録媒体の両方に対して記録および／または再生が良好に行われる高性能で安価な光ピックアップ装置を得ることができる。また、集光光学系の選択によって、上述した特性がある光ピックアップ装置が得られる。

【 0 1 2 4 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明による実施の形態及び実施例のレンズについて説明する。本実施の形態のレンズにおける非球面は光軸方向をX軸、光軸に垂直な方向の高さをh、屈折面の曲率半径をrとするとき次式の数1で表す。但し、Kを円すい係数、 A_{2i} を非球面係数とする。

【0125】

【数1】

$$X = \frac{h^2/r}{1 + \sqrt{1 - (1 + K)h^2/r^2}} + \sum_{i=2} A_{2i} h^{2i}$$

また、本実施の形態のレンズにおける回折面は光路差関数 Φ_b として次式の数2により表すことができる。ここで、hは光軸に垂直な高さであり、 b_{2i} は光路差関数の係数である。

【0126】

【数2】

$$\Phi_b = \sum_{i=1} b_{2i} h^{2i}$$

【実施例】

(実施例1～5)

【0127】

実施例1, 2, 3, 4, 5についての条件及び上述の条件式に関する値を表1に示し、各レンズデータを表2, 3, 4, 5, 6にそれぞれ示す。いずれの実施例においても非球面プラスチックレンズを2枚組み合わせて、波長405nmの光束でNAが0.85、波長655nmの光束でNAが0.65の対物レンズを得ている。表2～表6に示したとおり、第1面～第3面を非球面とし、第1面を回折面としている。プラスチック材料としてポリオレフィン系樹脂を用い、比重は

約 1.0、飽和吸水率は 0.01% 以下であり、その結果、ガラス製のレンズ 2 枚を組み合わせた対物レンズの重量の半分以下にすることができ、NA が 0.85 と大きいにもかかわらず約 0.02 g（鏡枠含まず）とすることができた。また、第 1 面を輪帯状の段差を有する回折面としたことにより対物レンズの色収差を良好に補正できた。

【0128】

【表 1】

実施例一覧表

実施例	1	2	3	4	5
物点位置 (405nm)	∞	∞	∞	∞	∞
(655nm)	有限	∞	有限	有限	有限
球面収差補正	フレア出し	完全補正	フレア出し	フレア出し	フレア出し
f (mm) (405nm)	1.765	1.765	1.765	1.765	1.765
(655nm)	1.806	1.802	1.807	1.798	1.816
NA (405nm)	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
(655nm)	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65
hf	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500
hh	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750

Pf	0.006	0.002	0.009	0.007	0.012
Ph	0.027	0.021	0.044	0.027	0.113
Ph/Pf - 2	2.5	8.5	2.9	1.9	7.4

f1	4.46	4.39	4.23	3.31	5.00
f2	1.66	1.98	1.73	2.37	1.94
f1/f2	2.69	2.22	2.45	1.40	2.58

r1	2.292	2.191	2.398	1.883	2.479
r2	19.346	14.494	-21.583	-55.130	36.391
(r2 + r1)/(r2 - r1)	1.27	1.36	0.80	0.93	1.15

【表 2】

実施例1

NA1_{OBJ} 0.85
NA2_{OBJ} 0.65

f1_{OBJ} = 1.785
f2_{OBJ} = 1.806

λ 1=405nm
λ 2=655nm

面No		r(mm)	d(mm)	N _{1z} /N _{1z}	ν d
光源			d0(可変)		
絞り			0.000		
1 (非球面1, 回折面1)	対物レンズ	2.292	1.608	1.52491/1.50641	56.5
2 (非球面2)		19.346	0.612		
3 (非球面3)		1.014	1.100	1.52491/1.50641	56.5
4		∞	d4(可変)		
5	透明基板	∞	d5(可変)	1.6195/1.57654	30.0
6		∞			

非球面係数

非球面1

K=-0.24607
A₄=-8.1286 × 10⁻³
A₆=-2.8072 × 10⁻³
A₈=-1.4748 × 10⁻³
A₁₀=-2.9670 × 10⁻⁴

非球面2

K=-467.446435
A₄=-0.576950 × 10⁻²
A₆=-1.05310 × 10⁻¹
A₈=-0.132770 × 10⁻²
A₁₀=0.109067 × 10⁻²

非球面3

K=-0.249022
A₄=-0.818609 × 10⁻²
A₆=-0.850912 × 10⁻¹
A₈=0.213282 × 10⁻¹
A₁₀=-0.562502 × 10⁻¹

回折面係数

回折面1

b₂=-8.000 × 10⁻³
b₄=-1.2367 × 10⁻³
b₆=-4.9877 × 10⁻⁴
b₈=-4.9264 × 10⁻⁴
b₁₀=1.6272 × 10⁻⁴

	λ 1=405nm	λ 2=655nm
d0(可変)	∞	25.000
d4(可変)	0.100	0.600
d5(可変)	0.319	0.133

【表 3】

実施例2

NA1_{OBJ} 0.85

f1_{OBJ} = 1.765

λ 1=405nm

NA2_{OBJ} 0.65

f2_{OBJ} = 1.802

λ 2=655nm

面No		r(mm)	d(mm)	N _{λ1} /N _{λ2}	ν d
光源			d0(可変)		
絞り			0.000		
1 (非球面1, 回折面1)	対物レンズ	2.191	1.514	1.52491/1.50641	56.5
2 (非球面2)		14.494	0.332		
3 (非球面3)		1.041	1.100	1.52491/1.50641	56.5
4	透明基板	∞	d4(可変)		
5		∞	d5(可変)	1.6195/1.57654	30.0
6		∞			

非球面係数

非球面1

κ = -0.23074

A₄ = -8.8938 × 10⁻³

A₆ = -1.8455 × 10⁻³

A₈ = -2.0864 × 10⁻³

A₁₀ = -3.4710 × 10⁻⁴

非球面2

κ = 1.833508

A₄ = 0.104570 × 10⁻¹

A₆ = -0.810124 × 10⁻²

A₈ = -0.473274 × 10⁻²

A₁₀ = 0.208277 × 10⁻²

非球面3

κ = -0.280330

A₄ = 0.196148 × 10⁻¹

A₆ = -0.275545 × 10⁻¹

A₈ = 0.404679 × 10⁻¹

A₁₀ = -0.640745 × 10⁻²

回折面係数

回折面1

b₂ = -8.000 × 10⁻³

b₄ = -3.4516 × 10⁻³

b₆ = -1.2546 × 10⁻³

b₈ = 2.0867 × 10⁻⁴

b₁₀ = -1.8680 × 10⁻⁴

	λ 1=405nm	λ 2=655nm
d0(可変)	∞	∞
d4(可変)	0.100	0.600
d5(可変)	0.400	0.088

【表 4】

実施例3

NA1_{OBJ} 0.85f1_{OBJ} = 1.765 λ 1=405nmNA2_{OBJ} 0.65f2_{OBJ} = 1.807 λ 2=655nm

面No		r(mm)	d(mm)	N ₁₁ /N ₁₂	ν d
光源			d0(可変)		
絞り			0.000		
1 (非球面1, 回折面1)	対物レンズ	2.398	1.988	1.52491/1.50641	56.5
2 (非球面2)		-21.583	0.397		
3 (非球面3)		1.107	1.100	1.52491/1.50641	56.5
4		∞	d4(可変)		
5	透明基板	∞	d5(可変)	1.6195/1.57654	30.0
6		∞			

非球面係数

非球面1

 $\kappa = -0.44248$ $A_4 = -8.0794 \times 10^{-3}$ $A_6 = -2.9891 \times 10^{-3}$ $A_8 = -1.6060 \times 10^{-3}$ $A_{10} = -9.5906 \times 10^{-5}$

非球面2

 $\kappa = -1542.539294$ $A_4 = -0.290011 \times 10^{-1}$ $A_6 = -0.610124 \times 10^{-2}$ $A_8 = 0.199055 \times 10^{-2}$ $A_{10} = 0.238125 \times 10^{-3}$

非球面3

 $\kappa = -0.191137$ $A_4 = -0.832236 \times 10^{-2}$ $A_6 = -0.997090 \times 10^{-1}$ $A_8 = 0.736157 \times 10^{-2}$ $A_{10} = -0.224644 \times 10^{-1}$

回折面係数

回折面1

 $b_2 = -8.000 \times 10^{-3}$ $b_4 = -1.2730 \times 10^{-3}$ $b_6 = -4.2173 \times 10^{-4}$ $b_8 = -5.7675 \times 10^{-4}$ $b_{10} = 1.7867 \times 10^{-4}$

	λ 1=405nm	λ 2=655nm
d0(可変)	∞	25.000
d4(可変)	0.100	0.600
d5(可変)	0.307	0.120

【表 5】

実施例4

NA1_{OBJ} 0.85

f1_{OBJ} = 1.765

λ 1=405nm

NA2_{OBJ} 0.65

f2_{OBJ} = 1.798

λ 2=655nm

面No		r(mm)	d(mm)	N _{λ1} /N _{λ2}	ν d
光源			d0(可変)		
絞り			0.000		
1 (非球面1, 回折面1)	対物レンズ	1.883	1.309	1.52491/1.50641	56.5
2 (非球面2)		-55.130	0.359		
3 (非球面3)		1.296	1.049	1.52491/1.50641	56.5
4		∞	d4(可変)		
5	透明基板	∞	d5(可変)	1.6195/1.57654	30.0
6		∞			

非球面係数

非球面1

κ=-0.37981

A₄=-1.0931 × 10⁻²

A₆=-3.1721 × 10⁻³

A₈=-1.7479 × 10⁻³

A₁₀=-7.8801 × 10⁻⁴

非球面2

κ=-49089.66873

A₄=-0.492871 × 10⁻²

A₆=-0.905121 × 10⁻²

A₈=-0.132381 × 10⁻²

A₁₀=0.654215 × 10⁻³

非球面3

κ=-0.113585

A₄=0.291925 × 10⁻¹

A₆=-0.787386 × 10⁻¹

A₈=0.484959 × 10⁻¹

A₁₀=0.907817 × 10⁻³

回折面係数

回折面1

b₂=-8.000 × 10⁻³

b₄=-1.2409 × 10⁻³

b₆=-3.7079 × 10⁻⁴

b₈=-5.2757 × 10⁻⁴

b₁₀=1.7619 × 10⁻⁴

	λ 1=405nm	λ 2=655nm
d0(可変)	∞	26.779
d4(可変)	0.100	0.600
d5(可変)	0.387	0.200

【表6】

実施例5					
NA1 _{OBJ}	0.85	f1 _{OBJ}	1.765	λ 1=405nm	
NA2 _{OBJ}	0.65	f2 _{OBJ}	1.816	λ 2=655nm	
面No		r(mm)	d(mm)	$N_{\lambda 1}/N_{\lambda 2}$	ν d
光源			d0(可変)		
絞り			0.000		
1 (非球面1, 回折面1)	対物レンズ	2.479	1.360	1.52491/1.50641	56.5
2 (非球面2)		36.391	0.494		
3 (非球面3)		1.020	1.083	1.52491/1.50641	56.5
4		∞	d4(可変)		
5	透明基板	∞	d5(可変)	1.6195/1.57654	30.0
6		∞			

非球面係数

非球面1

$\kappa = -0.14947$

$A_4 = -8.1974 \times 10^{-3}$

$A_6 = -1.3168 \times 10^{-3}$

$A_8 = -2.4204 \times 10^{-3}$

$A_{10} = -2.7064 \times 10^{-4}$

非球面2

$\kappa = -636.960794$

$A_4 = 0.3448750 \times 10^{-2}$

$A_6 = -0.819356 \times 10^{-2}$

$A_8 = -0.430397 \times 10^{-2}$

$A_{10} = 0.138561 \times 10^{-2}$

非球面3

$\kappa = -0.356004$

$A_4 = 0.322674 \times 10^{-1}$

$A_6 = -0.374793 \times 10^{-1}$

$A_8 = 0.253643 \times 10^{-1}$

$A_{10} = -0.117646 \times 10^{-1}$

回折面係数

回折面1

$b_2 = 0.00$

$b_4 = -9.8787 \times 10^{-4}$

$b_6 = -5.8176 \times 10^{-4}$

$b_8 = -5.1035 \times 10^{-4}$

$b_{10} = 1.9833 \times 10^{-4}$

	λ 1=405nm	λ 2=655nm
d0(可変)	∞	32.685
d4(可変)	0.100	0.600
d5(可変)	0.484	0.309

実施例1についてNA0.85の場合の光路図を図1, 球面収差図を図3に示し、NA0.65の場合の光路図を図2, 球面収差図を図4に示す。実施例2についてNA0.85の場合の光路図を図5, 球面収差図を図7に示し、NA0.65の場合の光路図を図6, 球面収差図を図8に示す。実施例3についてNA0.85の場合の光路図を図9, 球面収差図を図11に示し、NA0.65の場合の光路図を図10, 球面収差図を図12に示す。実施例4についてNA0.85の場合の光路図を図13, 球面収差図を図15に示し、NA0.65の場合の光路図を図14, 球面収差図を図16に示す。また、実施例5についてNA0.8

5の場合の光路図を図17、球面収差図を図19に示し、NA0.65の場合の光路図を図18、球面収差図を図20に示す。各実施例から分かるように、NA0.85及びNA0.65の両方の場合に球面収差を良好に補正でき、NA0.65、波長655nmの条件による透明基板厚が比較的厚い光情報記録媒体(DVD等)及びNA0.85、波長405nmの条件による透明基板厚が比較的薄いより高密度な光情報記録媒体の両方に対し良好な対物レンズを得ることができた。

【0129】

(実施例6～10)

【0130】

表7に示すように、実施例6、7、8は、1面、2面、3面を非球面とし1面を回折面とした2枚の非球面プラスチックレンズからなる対物レンズに球面収差補正手段としてビームエキスパンダを組み合わせた集光光学系であり、また、実施例9、10は、1面、2面、3面を非球面とし1面を回折面とした2枚の非球面プラスチックレンズからなる対物レンズに球面収差補正手段として単玉レンズまたは1群2枚構成のカップリングレンズを組み合わせた集光光学系である。実施例6～10についてのレンズデータを表8、9、10、11、12にそれぞれ示す。実施例7、8、9の各球面収差補正手段はプラスチック製で、材料はポリオレフィン系樹脂であり、比重は約1.0、飽和吸水率は0.01%以下である。表7から分かるように、各集光光学系における軸上色収差は上述の条件式(22)を満足しており、良好に補正されている。

【0131】

なお、各実施例1～10の表では、回折面は段差を無視した上述の数2で表される位相関数の係数を与えることで表現しており、実際の回折面の形状は各輪帯間の段差による光路差が波長の1倍または2倍となるように輪帯形状を作製している。

【0132】

【表 7】

実施例			6	7	8	9	10
球面収差補正手段	形態		ビームエキスパンダー			カップリングレンズ	
	構成		2群2枚			1群1枚	1群2枚
	材料		ガラス	プラスチック		プラスチック	ガラス
	$\delta fB1$	(μm)	0.11	0.10	0.16	0.14	0.12
	$\delta fB2$	(μm)	0.09	0.09	0.12	0.08	0.07
	$\delta fB1 \cdot NA1^2$	≤ 0.25 (μm)	0.08	0.07	0.11	0.10	0.09
	$\delta fB2 \cdot NA2^2$	≤ 0.25 (μm)	0.06	0.06	0.09	0.06	0.05

【表 8】

実施例6

NA1_{OBJ} 0.85f1_{OBJ} = 1.765f1_{OBJ-SA} = 1.453 $\lambda 1 = 405\text{nm}$ NA2_{OBJ} 0.65f2_{OBJ} = 1.802f2_{OBJ-SA} = 1.552 $\lambda 2 = 655\text{nm}$

面No		r(mm)	d(mm)	N _{λ1} /N _{λ2}	ν d
光源					
1	球面収差補正手段	-20.823	0.800	1.80589/1.74740	27.5
2		22.000	d2(可変)		
3		106.134	1.000	1.52972/1.51390	64.1
4		-9.179	4.000		
絞り			0.000		
5 (非球面1, 回折面1)	対物レンズ	2.191	1.514	1.52491/1.50641	56.5
6 (非球面2)		14.494	0.332		
7 (非球面3)		1.041	1.100	1.52491/1.50641	56.5
8		∞	d8(可変)		
9	透明基板	∞	d9(可変)	1.6195/1.57654	30.0
10		∞			

非球面係数

非球面1

 $\kappa = -0.23074$ $A_4 = -8.8938 \times 10^{-3}$ $A_6 = -1.6455 \times 10^{-3}$ $A_8 = -2.0864 \times 10^{-3}$ $A_{10} = -3.4710 \times 10^{-4}$

非球面2

 $\kappa = 1.833506$ $A_4 = 0.104570 \times 10^{-1}$ $A_6 = -0.610124 \times 10^{-2}$ $A_8 = -0.473274 \times 10^{-2}$ $A_{10} = 0.208277 \times 10^{-2}$

非球面3

 $\kappa = -0.280330$ $A_4 = 0.196148 \times 10^{-1}$ $A_6 = -0.275545 \times 10^{-1}$ $A_8 = 0.404679 \times 10^{-1}$ $A_{10} = -0.640745 \times 10^{-2}$

回折面係数

回折面1

 $b_2 = -8.000 \times 10^{-3}$ $b_4 = -3.4516 \times 10^{-3}$ $b_6 = -1.2546 \times 10^{-3}$ $b_8 = 2.0867 \times 10^{-4}$ $b_{10} = -1.8680 \times 10^{-4}$

【表 9】

実施例7

NA1_{OBJ} 0.85

f1_{OBJ} = 1.765

f1_{OBJ+SA} = 1.435 λ1 = 405nm

NA2_{OBJ} 0.65

f2_{OBJ} = 1.802

f2_{OBJ+SA} = 1.539 λ2 = 655nm

面No		r(mm)	d(mm)	N _{λ1} /N _{λ2}	ν d
光源					
1 (非球面1)	球面収差補正手段	-19.320	0.800	1.66845/1.61439	24.3
2 (非球面2)		14.882	d2(可変)		
3		∞	1.000	1.52491/1.50641	56.5
4		-8.046	4.000		
絞り			0.000		
5 (非球面3, 回折面1)	対物レンズ	2.191	1.514	1.52491/1.50641	56.5
6 (非球面4)		14.494	0.332		
7 (非球面5)		1.041	1.100	1.52491/1.50641	56.5
8		∞	d8(可変)		
9	透明基板	∞	d9(可変)	1.6195/1.57654	30.0
10		∞			

非球面係数

非球面1

κ=44.971394

A₄=0.212008 × 10⁻²

A₆=-0.738326 × 10⁻⁴

A₈=-0.451694 × 10⁻³

非球面3

κ=-0.23074

A₄=-8.8938 × 10⁻³

A₆=-1.6455 × 10⁻³

A₈=-2.0864 × 10⁻³

A₁₀=-3.4710 × 10⁻⁴

非球面5

κ=-0.280330

A₄=0.196148 × 10⁻¹

A₆=-0.275545 × 10⁻¹

A₈=0.404679 × 10⁻¹

A₁₀=-0.640745 × 10⁻²

回折面係数

回折面1

b₂=-8.000 × 10⁻³

b₄=-3.4516 × 10⁻³

b₆=-1.2546 × 10⁻³

b₈=2.0867 × 10⁻⁴

b₁₀=-1.8680 × 10⁻⁴

非球面2

κ=36.803919

A₄=-0.222701 × 10⁻³

A₆=-0.217421 × 10⁻³

A₈=-0.411907 × 10⁻³

非球面4

κ=1.833506

A₄=0.104570 × 10⁻¹

A₆=-0.610124 × 10⁻²

A₈=-0.473274 × 10⁻²

A₁₀=0.208277 × 10⁻²

【表 10】

実施例8

NA1_{OBJ} 0.85f1_{OBJ} = 1.765f1_{OBJ+SA} = 0.597 $\lambda 1 = 405\text{nm}$ NA2_{OBJ} 0.65f2_{OBJ} = 1.806f2_{OBJ+SA} = 1.326 $\lambda 2 = 655\text{nm}$

面No		r(mm)	d(mm)	N _{λ1} /N _{λ2}	ν d
光源					
1 (回折面1)	球面収差補正手段	-8.009	0.800	1.52491/1.50641	56.5
2 (回折面2)		12.531	d2(可変)		
3 (非球面1)		12.462	1.200	1.52491/1.50641	56.5
4 (非球面2)		63.117	3.000		
絞り			0.000		
5 (非球面3, 回折面3)	対物レンズ	2.292	1.608	1.52491/1.50641	56.5
6 (非球面4)		19.348	0.612		
7 (非球面5)		1.014	1.100	1.52491/1.50641	56.5
8		∞	d8(可変)		
9	透明基板	∞	d9(可変)	1.6195/1.57654	30.0
10		∞			

非球面係数

非球面1

 $\kappa = 4.624628$ $A_4 = 0.311837 \times 10^{-3}$ $A_6 = 0.151011 \times 10^{-3}$ $A_8 = 0.940372 \times 10^{-4}$

非球面3

 $\kappa = -0.24607$ $A_4 = -8.1286 \times 10^{-3}$ $A_6 = -2.8072 \times 10^{-3}$ $A_8 = -1.4748 \times 10^{-3}$ $A_{10} = -2.9670 \times 10^{-4}$

非球面5

 $\kappa = -0.249022$ $A_4 = -0.818609 \times 10^{-2}$ $A_6 = -0.850912 \times 10^{-1}$ $A_8 = 0.213282 \times 10^{-1}$ $A_{10} = -0.562502 \times 10^{-1}$

回折面係数

回折面1

 $b_2 = -2.000 \times 10^{-3}$ $b_4 = -2.2880 \times 10^{-4}$

回折面3

 $b_2 = -8.000 \times 10^{-3}$ $b_4 = -1.2387 \times 10^{-3}$ $b_6 = -4.9877 \times 10^{-4}$ $b_8 = -4.9284 \times 10^{-4}$ $b_{10} = 1.6272 \times 10^{-4}$

非球面2

 $\kappa = 952.297894$ $A_4 = 0.324604 \times 10^{-3}$ $A_6 = 0.732188 \times 10^{-4}$ $A_8 = 0.994591 \times 10^{-4}$

非球面4

 $\kappa = -467.446435$ $A_4 = -0.576950 \times 10^{-2}$ $A_6 = -1.05310 \times 10^{-1}$ $A_8 = -0.132770 \times 10^{-2}$ $A_{10} = 0.109087 \times 10^{-2}$

回折面2

 $b_2 = -2.000 \times 10^{-3}$ $b_4 = 2.4872 \times 10^{-5}$

【表 1 1】

実施例9

NA1_{OBJ} 0.85f1_{OBJ} = 1.765f1_{OBJ-SA} = 6.428 $\lambda 1 = 405\text{nm}$ NA2_{OBJ} 0.65f2_{OBJ} = 1.816f2_{OBJ-SA} = -11.725 $\lambda 2 = 655\text{nm}$

面No		r(mm)	d(mm)	N _{λ1} /N _{λ2}	v d
光源			d0(可変)		
1 (回折面1)	球面収差補正手段	∞	1.000	1.52491/1.50641	56.5
2 (非球面1)		-5.001	d2(可変)		
絞り			0.000		
3 (非球面2, 回折面2)	対物レンズ	2.479	1.360	1.52491/1.50641	56.5
4 (非球面3)		36.391	0.494		
5 (非球面4)		1.020	1.083	1.52491/1.50641	56.5
6		∞	d6(可変)		
7	透明基板	∞	d7(可変)	1.6195/1.57654	30.0
8		∞			

非球面係数

非球面1

 $\kappa = 0.189894$ $A_4 = 0.219134 \times 10^{-3}$ $A_6 = -0.730077 \times 10^{-3}$ $A_8 = 0.578889 \times 10^{-3}$

非球面2

 $\kappa = -0.14947$ $A_4 = -8.1974 \times 10^{-3}$ $A_6 = -1.3168 \times 10^{-3}$ $A_8 = -2.4204 \times 10^{-3}$ $A_{10} = -2.7064 \times 10^{-4}$

非球面3

 $\kappa = -636.960794$ $A_4 = 0.3448750 \times 10^{-2}$ $A_6 = -0.819356 \times 10^{-2}$ $A_8 = -0.430397 \times 10^{-2}$ $A_{10} = 0.138561 \times 10^{-2}$

非球面4

 $\kappa = -0.356004$ $A_4 = 0.322674 \times 10^{-1}$ $A_6 = -0.374793 \times 10^{-1}$ $A_8 = 0.253643 \times 10^{-1}$ $A_{10} = -0.117646 \times 10^{-1}$

回折面係数

回折面1

 $b_2 = -2.0000 \times 10^{-2}$ $b_4 = 6.1463 \times 10^{-4}$ $b_6 = 6.8341 \times 10^{-4}$ $b_8 = -6.5716 \times 10^{-4}$ $b_{10} = 6.3514 \times 10^{-5}$

回折面2

 $b_2 = 0.00$ $b_4 = -9.8787 \times 10^{-4}$ $b_6 = -5.8176 \times 10^{-4}$ $b_8 = -5.1035 \times 10^{-4}$ $b_{10} = 1.9833 \times 10^{-4}$

【表 1 2】

実施例10

NA1_{OBJ} 0.85 f1_{OBJ} = 1.765 f1_{OBJ+SA} = 6.428 λ1 = 405nm
NA2_{OBJ} 0.65 f2_{OBJ} = 1.816 f2_{OBJ+SA} = 9.419 λ2 = 655nm

面No		r(mm)	d(mm)	N _{λ1} /N _{λ2}	ν d
光源			d0(可変)		
1	球面収差補正手段	-99.296	1.000	1.91409/1.83665	23.8
2		3.423	2.100	1.71548/1.68962	53.2
3 (非球面1)		-4.319	d3(可変)		
絞り			0.000		
4 (非球面2, 回折面1)	対物レンズ	2.479	1.360	1.52491/1.50641	56.5
5 (非球面3)		36.391	0.494		
6 (非球面4)		1.020	1.083	1.52491/1.50641	56.5
7		∞	d7(可変)		
8	透明基板	∞	d8(可変)	1.6195/1.57654	30.0
9		∞			

非球面係数

非球面1

$$\kappa = 0.174134$$

$$A_4 = -0.834473 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = -0.928688 \times 10^{-4}$$

$$A_8 = -0.342877 \times 10^{-9}$$

非球面2

$$\kappa = -0.14947$$

$$A_4 = -8.1974 \times 10^{-3}$$

$$A_6 = -1.3168 \times 10^{-3}$$

$$A_8 = -2.4204 \times 10^{-3}$$

$$A_{10} = -2.7064 \times 10^{-4}$$

非球面3

$$\kappa = -636.960794$$

$$A_4 = 0.3448750 \times 10^{-2}$$

$$A_6 = -0.819356 \times 10^{-2}$$

$$A_8 = -0.430397 \times 10^{-2}$$

$$A_{10} = 0.138561 \times 10^{-2}$$

非球面4

$$\kappa = -0.356004$$

$$A_4 = 0.322674 \times 10^{-1}$$

$$A_6 = -0.374793 \times 10^{-1}$$

$$A_8 = 0.253643 \times 10^{-1}$$

$$A_{10} = -0.117646 \times 10^{-1}$$

回折面係数

回折面1

$$b_2 = 0.00$$

$$b_4 = -9.8787 \times 10^{-4}$$

$$b_6 = -5.8176 \times 10^{-4}$$

$$b_8 = -5.1035 \times 10^{-4}$$

$$b_{10} = 1.9833 \times 10^{-4}$$

実施例6についてNA0.85の場合の光路図を図21, 球面収差図を図23に示し、NA0.65の場合の光路図を図22, 球面収差図を図24に示す。実施例7についてNA0.85の場合の光路図を図25, 球面収差図を図27に示し、NA0.65の場合の光路図を図26, 球面収差図を図28に示す。実施例8についてNA0.85の場合の光路図を図29, 球面収差図を図31に示し、

NA0.65の場合の光路図を図30、球面収差図を図32に示す。実施例9についてNA0.85の場合の光路図を図33、球面収差図を図35に示し、NA0.65の場合の光路図を図34、球面収差図を図36に示す。また、実施例10についてNA0.85の場合の光路図を図37、球面収差図を図39に示し、NA0.65の場合の光路図を図38、球面収差図を図40に示す。各実施例から分かるように、NA0.85及びNA0.65の両方の場合に球面収差を良好に補正でき、NA0.65、波長655nmの条件による透明基板厚が比較的厚い光情報記録媒体(DVD等)及びNA0.85、波長405nmの条件による透明基板厚が比較的薄いより高密度な光情報記録媒体の両方に対し良好な集光光学系を得ることができた。

【0133】

また、実施例6, 7, 8においてビームエキスパンダの正レンズと負レンズとの間隔を可変にすることで球面収差の変動を補正し、実施例9, 10においてカップリングレンズと対物レンズとの間隔を可変にすることで球面収差の変動を補正するようにした。各実施例6~10において、様々な原因に起因して光学系で発生した球面収差の変動を上述のようにして補正した結果を表13, 14, 15, 16, 17に示す。各表からわかるように、本実施例の集光光学系では、レーザ光源(LD)の波長変動、温度変化、透明基板厚さ誤差に起因して発生した球面収差を良好に補正することが出来る。

【表 1 3】

実施例6

球面収差変動の要因		補正後の波面収差	d2(可変)	d8(可変)	d9(可変)
基準状態 ($\lambda 1 = 405\text{nm}$, $T = 25^\circ\text{C}$, $t1 = 0.100\text{mm}$)		0.007λ	2.000	0.400	0.100
LDの波長変動	$\Delta\lambda = +10\text{nm}$	0.027λ	2.575	0.394	0.100
	$\Delta\lambda = -10\text{nm}$	0.028λ	1.556	0.405	0.100
温度変化	$\Delta T = +30^\circ\text{C}$	0.028λ	2.175	0.405	0.100
	$\Delta T = -30^\circ\text{C}$	0.022λ	1.859	0.395	0.100
透明基板厚さ誤差	$\Delta t = +0.02\text{mm}$	0.007λ	1.323	0.396	0.120
	$\Delta t = -0.02\text{mm}$	0.010λ	2.783	0.403	0.080

球面収差変動の要因		補正後の波面収差	d2(可変)	d8(可変)	d9(可変)
基準状態 ($\lambda 2 = 655\text{nm}$, $T = 25^\circ\text{C}$, $t2 = 0.600\text{mm}$)		0.002λ	1.448	0.088	0.600
LDの波長変動	$\Delta\lambda = +10\text{nm}$	0.008λ	2.574	0.075	0.600
	$\Delta\lambda = -10\text{nm}$	0.012λ	0.407	0.102	0.600
温度変化	$\Delta T = +30^\circ\text{C}$	0.005λ	3.108	0.076	0.600
	$\Delta T = -30^\circ\text{C}$	0.009λ	0.051	0.099	0.600
透明基板厚さ誤差	$\Delta t = +0.02\text{mm}$	0.012λ	0.496	0.087	0.620
	$\Delta t = -0.02\text{mm}$	0.004λ	2.457	0.090	0.580

【表 1 4】

実施例7

球面収差変動の要因		補正後の波面収差	d2(可変)	d8(可変)	d9(可変)
基準状態 ($\lambda 1 = 405\text{nm}$, $T = 25^\circ\text{C}$, $t1 = 0.100\text{mm}$)		0.006λ	2.000	0.400	0.100
LDの波長変動	$\Delta \lambda = +10\text{nm}$	0.026λ	2.532	0.394	0.100
	$\Delta \lambda = -10\text{nm}$	0.030λ	1.592	0.405	0.100
温度変化	$\Delta T = +30^\circ\text{C}$	0.027λ	2.174	0.405	0.100
	$\Delta T = -30^\circ\text{C}$	0.018λ	1.863	0.395	0.100
透明基板厚さ誤差	$\Delta t = +0.02\text{mm}$	0.007λ	1.377	0.396	0.120
	$\Delta t = -0.02\text{mm}$	0.011λ	2.725	0.403	0.080

球面収差変動の要因		補正後の波面収差	d2(可変)	d8(可変)	d9(可変)
基準状態 ($\lambda 2 = 655\text{nm}$, $T = 25^\circ\text{C}$, $t2 = 0.600\text{mm}$)		0.002λ	1.436	0.088	0.600
LDの波長変動	$\Delta \lambda = +10\text{nm}$	0.007λ	2.491	0.075	0.600
	$\Delta \lambda = -10\text{nm}$	0.009λ	0.482	0.102	0.600
温度変化	$\Delta T = +30^\circ\text{C}$	0.008λ	3.015	0.076	0.600
	$\Delta T = -30^\circ\text{C}$	0.009λ	0.179	0.099	0.600
透明基板厚さ誤差	$\Delta t = +0.02\text{mm}$	0.006λ	0.568	0.087	0.620
	$\Delta t = -0.02\text{mm}$	0.004λ	2.383	0.089	0.580

【表 1 5】

実施例8

球面収差変動の要因		補正後の波面収差	d2(可変)	d8(可変)	d9(可変)
基準状態 ($\lambda 1 = 405\text{nm}$, $T = 25^\circ\text{C}$, $t1 = 0.100\text{mm}$)		0.005λ	19.310	0.319	0.100
LDの波長変動	$\Delta \lambda = +10\text{nm}$	0.033λ	19.661	0.319	0.100
	$\Delta \lambda = -10\text{nm}$	0.034λ	18.998	0.319	0.100
温度変化	$\Delta T = +30^\circ\text{C}$	0.052λ	18.821	0.328	0.100
	$\Delta T = -30^\circ\text{C}$	0.053λ	19.689	0.311	0.100
透明基板厚さ誤差	$\Delta t = +0.02\text{mm}$	0.010λ	16.835	0.316	0.120
	$\Delta t = -0.02\text{mm}$	0.005λ	22.219	0.322	0.080

球面収差変動の要因		補正後の波面収差	d2(可変)	d8(可変)	d9(可変)
基準状態 ($\lambda 2 = 655\text{nm}$, $T = 25^\circ\text{C}$, $t2 = 0.600\text{mm}$)		0.005λ	1.396	0.133	0.600
LDの波長変動	$\Delta \lambda = +10\text{nm}$	0.005λ	1.636	0.129	0.600
	$\Delta \lambda = -10\text{nm}$	0.005λ	1.166	0.137	0.600
温度変化	$\Delta T = +30^\circ\text{C}$	0.005λ	1.800	0.133	0.600
	$\Delta T = -30^\circ\text{C}$	0.005λ	1.029	0.133	0.600
透明基板厚さ誤差	$\Delta t = +0.02\text{mm}$	0.005λ	0.841	0.129	0.620
	$\Delta t = -0.02\text{mm}$	0.004λ	1.997	0.137	0.580

【表 16】

実施例9

球面収差変動の要因		補正後の波面収差	d0(可変)	d2(可変)	d6(可変)	d7(可変)
基準状態 ($\lambda 1 = 405\text{nm}$, $T = 25^\circ\text{C}$, $t1 = 0.100\text{mm}$)		0.008λ	6.555	5.445	0.484	0.100
LDの波長変動	$\Delta\lambda = +10\text{nm}$	0.037λ	6.583	5.417	0.483	0.100
	$\Delta\lambda = -10\text{nm}$	0.032λ	6.534	5.466	0.484	0.100
温度変化	$\Delta T = +30^\circ\text{C}$	0.035λ	6.556	5.444	0.494	0.100
	$\Delta T = -30^\circ\text{C}$	0.029λ	6.551	5.449	0.474	0.100
透明基板厚さ誤差	$\Delta t = +0.02\text{mm}$	0.012λ	6.408	5.592	0.481	0.120
	$\Delta t = -0.02\text{mm}$	0.021λ	6.712	5.289	0.486	0.080

球面収差変動の要因		補正後の波面収差	d0(可変)	d2(可変)	d6(可変)	d7(可変)
基準状態 ($\lambda 2 = 655\text{nm}$, $T = 25^\circ\text{C}$, $t2 = 0.600\text{mm}$)		0.007λ	4.543	7.457	0.309	0.600
LDの波長変動	$\Delta\lambda = +10\text{nm}$	0.007λ	4.579	7.421	0.305	0.600
	$\Delta\lambda = -10\text{nm}$	0.007λ	4.513	7.487	0.305	0.600
温度変化	$\Delta T = +30^\circ\text{C}$	0.007λ	4.546	7.454	0.306	0.600
	$\Delta T = -30^\circ\text{C}$	0.007λ	4.549	7.451	0.312	0.600
透明基板厚さ誤差	$\Delta t = +0.02\text{mm}$	0.007λ	4.452	7.548	0.303	0.620
	$\Delta t = -0.02\text{mm}$	0.007λ	4.639	7.361	0.314	0.580

【表 17】

実施例10

球面収差変動の要因		補正後の波面収差	d0(可変)	d3(可変)	d7(可変)	d8(可変)
基準状態 ($\lambda 1 = 405\text{nm}$, $T = 25^\circ\text{C}$, $t1 = 0.100\text{mm}$)		0.008λ	6.528	5.472	0.484	0.100
LDの波長変動	$\Delta\lambda = +10\text{nm}$	0.052λ	6.559	5.441	0.483	0.100
	$\Delta\lambda = -10\text{nm}$	0.050λ	6.509	5.491	0.484	0.100
温度変化	$\Delta T = +30^\circ\text{C}$	0.039λ	6.466	5.534	0.494	0.100
	$\Delta T = -30^\circ\text{C}$	0.036λ	6.584	5.416	0.474	0.100
透明基板厚さ誤差	$\Delta t = +0.02\text{mm}$	0.020λ	6.290	5.710	0.481	0.120
	$\Delta t = -0.02\text{mm}$	0.030λ	6.787	5.213	0.486	0.080

球面収差変動の要因		補正後の波面収差	d0(可変)	d3(可変)	d7(可変)	d8(可変)
基準状態 ($\lambda 2 = 655\text{nm}$, $T = 25^\circ\text{C}$, $t2 = 0.600\text{mm}$)		0.007λ	4.069	7.931	0.309	0.600
LDの波長変動	$\Delta\lambda = +10\text{nm}$	0.007λ	4.170	7.830	0.305	0.600
	$\Delta\lambda = -10\text{nm}$	0.007λ	3.982	8.018	0.312	0.600
温度変化	$\Delta T = +30^\circ\text{C}$	0.007λ	4.231	7.769	0.310	0.600
	$\Delta T = -30^\circ\text{C}$	0.007λ	3.921	8.079	0.307	0.600
透明基板厚さ誤差	$\Delta t = +0.02\text{mm}$	0.007λ	3.912	8.088	0.303	0.620
	$\Delta t = -0.02\text{mm}$	0.007λ	4.241	7.759	0.313	0.580

【0134】

次に、本発明による実施の形態としての光ピックアップ装置を図41により説

明する。

【 0 1 3 5 】

図 4 1 の光ピックアップ装置は、本発明による上述のプラスチックレンズ 3 a、3 b を保持部材 3 c で一体に保持した 2 群 2 枚構成の対物レンズ 3 と、透明基板厚が厚く比較的低密度の第 1 の光ディスク 2 3 のための第 1 の光源であり波長の比較的大きい第 1 の半導体レーザ 1 1 と、透明基板厚が薄く比較的高密度の第 2 の光ディスク 2 4 のための第 2 の光源であり波長の比較的小さい第 2 の半導体レーザ 1 2 と、第 1 の光源 1 1 または第 2 の光源 1 2 からの光束を対物レンズ 3 に向けて発散させかつその発散角を変える正レンズ 4 と負レンズ 5 とからなるビームエキスパンダ 1 と、第 1 の光ディスク 2 3 からの反射光を受光する第 1 の光検出器 4 1 と、ホログラム 1 7 を介して受光素子 1 2 に入射する第 2 の光ディスク 2 4 からの反射光を受光する第 2 の光検出器 4 2 とを備える。対物レンズ 3 は、記録または再生のためにビームエキスパンダ 1 からの光束を光情報記録媒体である第 1 または第 2 の光ディスク 2 3 または 2 4 の情報記録面にスポットを形成して集光する。

【 0 1 3 6 】

図 4 1 の光ピックアップ装置は、更に、対物レンズ 3 に前置された絞り 8 と、第 2 の光ディスク 2 4 からの反射光を第 2 の光検出器 4 2 に向けて分離するビームスプリッタ 6 2 と、ビームスプリッタ 6 2 と第 2 の光検出器 4 2 との間に配置された 1/4 波長板 7 2 とフォーカシングレンズ 2 2 と、第 1 の光ディスク 2 3 からの反射光を第 1 の光検出器 4 1 に向けて分離するビームスプリッタ 6 1 と、ビームスプリッタ 6 1 と第 2 の光検出器 4 1 との間に配置されたレンズ 9、1 6 と、ビームスプリッタ 6 1 と 6 2 との間に配置された 1/4 波長板 7 1 とコリメータレンズ 2 1 と、第 1 の光源 1 1 とビームスプリッタ 6 1 との間に配置されたレンズ 1 5 と、第 1 の駆動装置としてフォーカス・トラッキングのために対物レンズ 3 を駆動する 2 軸アクチュエータ 6 と、集光光学系の球面収差補正のためにビームエキスパンダ 1 の負レンズ 5 を光軸方向に移動させるための第 2 の駆動装置としての 1 軸アクチュエータ 7 とを備える。つまり、本実施形態において、集光光学系は、ビームエキスパンダと、ビームスプリッタと、対物レンズと、絞り

とを有するものである。なお、本実施形態においては、ビームスプリッタは、集光光学系に含まれないものと見なしてもよい。

【 0 1 3 7 】

以上のように、本実施の形態の光ピックアップ装置によれば、第 1 の光源 1 1 からの光束をビームエキスパンダ 1 を介して対物レンズ 3 により比較的低密度の第 1 の光ディスク 2 3 の情報ピットに集光し、それにより変調された反射光を逆の経路で第 1 の光検出器 4 1 で受光することにより、再生を行うことができる。また、第 2 の光源 1 1 からの光束をビームエキスパンダ 1 を介して対物レンズ 3 により比較的高密度の第 2 の光ディスク 2 4 の情報ピットに集光し、それにより変調された反射光を逆の経路で第 2 の光検出器 4 2 で受光することにより、再生を行うことができる。また、同様に第 1 または第 2 の光ディスクに記録を行うことができる。

【 0 1 3 8 】

上述の記録または再生の際に、ビームエキスパンダ 1 の負レンズ 4 を 1 軸アクチュエータ 7 により光軸方向に移動させて正レンズ 5 との間隔を変えることにより、光束の発散角を変えながら球面収差を補正することができる。このように、透明基板厚が異なり記録密度の異なる複数種類の光ディスクについて集光光学系で種々の原因で生じた球面収差の変動をキャンセルしながら良好に記録または再生を行うことができる。

【 0 1 3 9 】

次に、図 4 2 により別の実施の形態による光ピックアップ装置を説明する。図 4 2 の光ピックアップ装置で透明基板厚が厚く比較的低密度の第 1 の光ディスクを再生する場合、発振波長の比較的最長い第 1 の半導体レーザ 1 1 1 (第 1 の光源) はレーザ/検出器集積ユニット 4 1 0 に第 1 の光検出器 3 0 1 およびホログラム 2 3 1 とユニット化され、第 1 の半導体レーザ 1 1 1 から出射された光束はホログラム 2 3 1 を透過し、光合成手段であるビームスプリッタ 1 9 0、コリメータ 1 3 0 を透過し平行光束となる。さらに絞り 1 7 0 によって絞られ、対物レンズ 1 6 0 により第 1 の光ディスク 2 0 0 の透明基板を介して情報記録面 2 1 0 に集光される。対物レンズ 1 6 0 は、上述のプラスチックレンズ 1 6 1, 1 6 2 を

保持部材163で一体に保持した2群2枚構成である。

【0140】

情報記録面210で情報ピットにより変調されて反射した光束は、再び対物レンズ160、絞り170を介して、コリメータ130、ビームスプリッタ190を透過し、ホログラム231で回折されて第1の光検出器301上へ入射し、その出力信号を用いて、第1の光ディスクに記録された情報の読み取り信号が得られる。

【0141】

また、光検出器302上でのスポットの形状変化、位置変化による光量変化を検出して、合焦検出やトラック検出を行い、2次元アクチュエータ150により、合焦及びトラッキングのために対物レンズ160を移動させる。

【0142】

次に、透明基板厚が薄く比較的高密度の第2の光ディスクを再生する場合、発振波長の比較的短い第2の半導体レーザ112（第2の光源）はレーザ/検出器集積ユニット42に第2の光検出器302およびホログラム232とユニット化され、第2の半導体レーザ112から出射された光束はホログラム232を透過し、光合成手段であるビームスプリッタ190で反射され、コリメータ130を透過して平行光束となる。さらに絞り170、対物レンズ160を介して第2の光ディスク200の透明基板を介して情報記録面220に集光される。

【0143】

そして、情報記録面220で情報ピットにより変調されて反射した光束は、再び対物レンズ160、絞り170を介して、コリメータ130を透過し、ビームスプリッタ190で反射され、ホログラム232で回折されて第2の光検出器302上へ入射し、その出力信号を用いて、第2の光ディスクに記録された情報の読み取り信号が得られる。

【0144】

また、光検出器302上でのスポットの形状変化、位置変化による光量変化を検出して、合焦検出やトラック検出を行い、この検出に基づいて2軸アクチュエータ150により、合焦及びトラッキングのために対物レンズ160を移動させ

る。

【0145】

また、本実施の形態では、光検出器301、あるいは302上で、情報記録面220あるいは210に集光されたスポットの状態を検出し、この検出に基づいてコリメータ130を光軸方向に沿って、1軸アクチュエータ151により動かすことで、集光光学系の各光学面で発生する球面収差を良好に補正している。更に、光軸方向に沿って可動なコリメータ130は光ディスクの透明基板厚さに応じて、対物レンズ160に入射する光束の発散度を変えている。

【0146】

以上のように、図42に示す光ピックアップ装置によれば、透明基板厚が異なり記録密度の異なる複数種類の光ディスクについて集光光学系で種々の原因で生じた球面収差の変動をキャンセルしながら良好に記録または再生を行うことができる。

【0147】

【発明の効果】

以上説明したように、請求項1～11に記載の発明によれば、対物レンズの高開口数（NA）化及び透明基板厚さの異なる複数種類の光情報記録媒体に対応できるとともに高性能な対物レンズでありながら従来のプラスチックの単レンズと同様で安価で軽量の対物レンズを提供できる。

【0148】

また、請求項12～45に記載の発明によれば、透明基板厚さの異なる複数種類の光情報記録媒体に対し記録・再生が可能なように互換性を有し、レーザ光源の発振波長変化、温度・湿度変化、光情報記録媒体の透明基板の厚みの誤差等に起因して集光光学系、光ピックアップ装置の各光学面で発生する球面収差の変動を簡易な構成で効果的に補正できる集光光学系及び光ピックアップ装置を提供できる。また、透明基板厚さの異なる複数種類の光情報記録媒体に対し記録・再生が可能なように互換性を有し、レーザ光源のモードホップ現象や高周波重畳に起因して対物レンズで発生する軸上色収差を効果的に補正できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

実施例 1 に関する光路図 (NA 0. 8 5) である。

【図 2】

実施例 1 に関する光路図 (NA 0. 6 5) である。

【図 3】

実施例 1 に関する球面収差図 (NA 0. 8 5) である。

【図 4】

実施例 1 に関する球面収差図 (NA 0. 6 5) である。

【図 5】

実施例 2 に関する光路図 (NA 0. 8 5) である。

【図 6】

実施例 2 に関する光路図 (NA 0. 6 5) である。

【図 7】

実施例 2 に関する球面収差図 (NA 0. 8 5) である。

【図 8】

実施例 2 に関する球面収差図 (NA 0. 6 5) である。

【図 9】

実施例 3 に関する光路図 (NA 0. 8 5) である。

【図 1 0】

実施例 3 に関する光路図 (NA 0. 6 5) である。

【図 1 1】

実施例 3 に関する球面収差図 (NA 0. 8 5) である。

【図 1 2】

実施例 3 に関する球面収差図 (NA 0. 6 5) である。

【図 1 3】

実施例 4 に関する光路図 (NA 0. 8 5) である。

【図 1 4】

実施例 4 に関する光路図 (NA 0. 6 5) である。

【図 1 5】

実施例 4 に関する球面収差図 (NA0.85) である。

【図 16】

実施例 4 に関する球面収差図 (NA0.65) である。

【図 17】

実施例 5 に関する光路図 (NA0.85) である。

【図 18】

実施例 5 に関する光路図 (NA0.65) である。

【図 19】

実施例 5 に関する球面収差図 (NA0.85) である。

【図 20】

実施例 5 に関する球面収差図 (NA0.65) である。

【図 21】

実施例 6 に関する光路図 (NA0.85) である。

【図 22】

実施例 6 に関する光路図 (NA0.65) である。

【図 23】

実施例 6 に関する球面収差図 (NA0.85) である。

【図 24】

実施例 6 に関する球面収差図 (NA0.65) である。

【図 25】

実施例 7 に関する光路図 (NA0.85) である。

【図 26】

実施例 7 に関する光路図 (NA0.65) である。

【図 27】

実施例 7 に関する球面収差図 (NA0.85) である。

【図 28】

実施例 7 に関する球面収差図 (NA0.65) である。

【図 29】

実施例 8 に関する光路図 (NA0.85) である。

【図 3 0】

実施例 8 に関する光路図 (NA 0. 6 5) である。

【図 3 1】

実施例 8 に関する球面収差図 (NA 0. 8 5) である。

【図 3 2】

実施例 8 に関する球面収差図 (NA 0. 6 5) である。

【図 3 3】

実施例 9 に関する光路図 (NA 0. 8 5) である。

【図 3 4】

実施例 9 に関する光路図 (NA 0. 6 5) である。

【図 3 5】

実施例 9 に関する球面収差図 (NA 0. 8 5) である。

【図 3 6】

実施例 9 に関する球面収差図 (NA 0. 6 5) である。

【図 3 7】

実施例 1 0 に関する光路図 (NA 0. 8 5) である。

【図 3 8】

実施例 1 0 に関する光路図 (NA 0. 6 5) である。

【図 3 9】

実施例 1 0 に関する球面収差図 (NA 0. 8 5) である。

【図 4 0】

実施例 1 0 に関する球面収差図 (NA 0. 6 5) である。

【図 4 1】

本実施の形態による光ピックアップ装置を概略的に示す図である。

【図 4 2】

別の本実施の形態による光ピックアップ装置を概略的に示す図である。

【符号の説明】

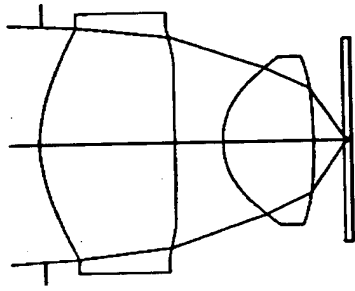
- | | |
|---|-----------|
| 1 | ビームエキスパンダ |
| 4 | 負レンズ |

5	正レンズ
3, 1 6 0	対物レンズ
6, 1 5 0	2 軸アクチュエータ
7, 1 5 1	1 軸アクチュエータ
8	絞り
1 1, 1 1 1	第 1 の光源
1 2, 1 1 2	第 2 の光源
2 3	第 1 の光ディスク
2 4	第 2 の光ディスク
4 1, 3 0 1	第 1 の検出器
4 2, 3 0 2	第 2 の検出器
1 3 0	コリメータ
2 0 0	第 1, 第 2 の光ディスク
2 1 0	第 1 の光ディスクの情報記録面
2 2 0	第 2 の光ディスクの情報記録面

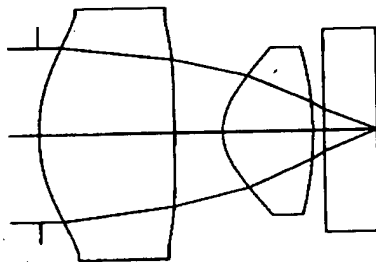
【書類名】

図面

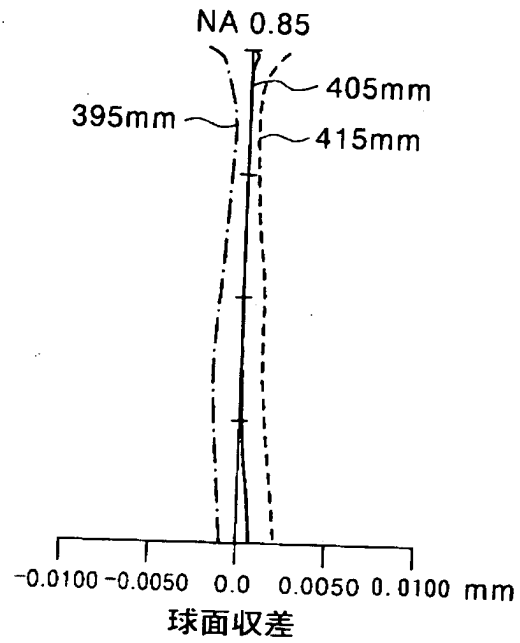
【図 1】



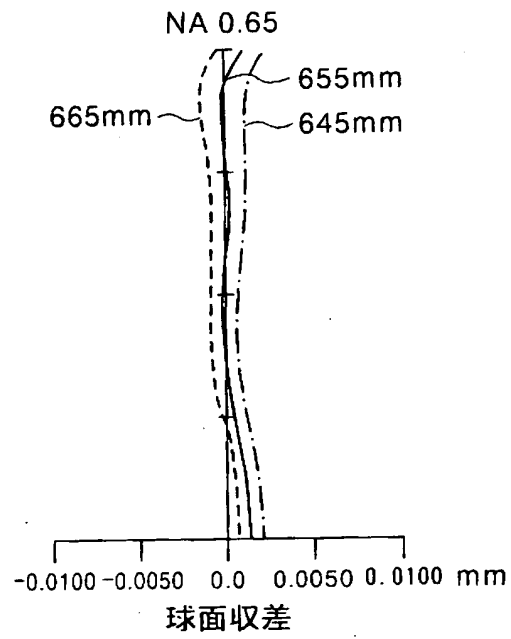
【図 2】



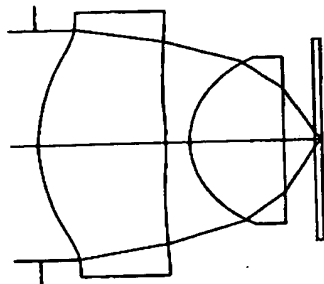
【図 3】



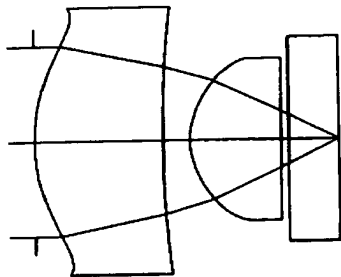
【図4】



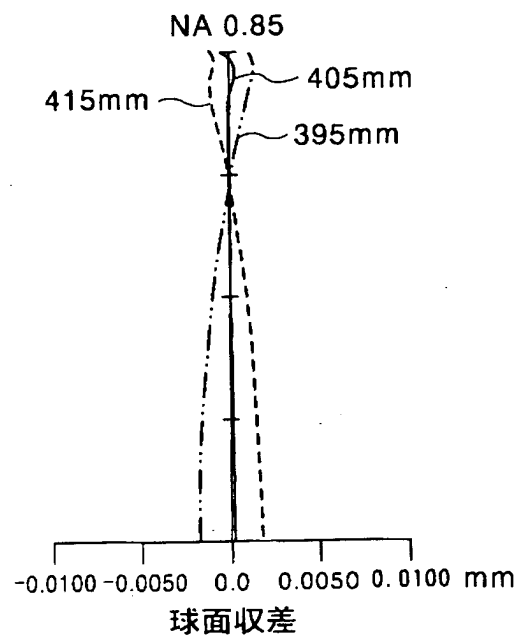
【図5】



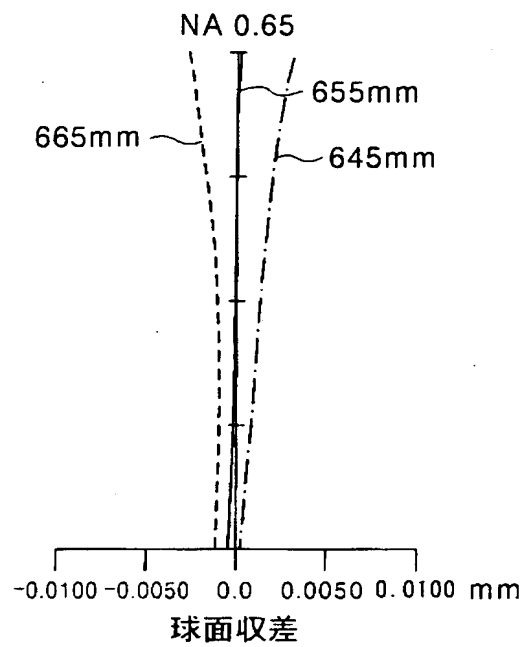
【図6】



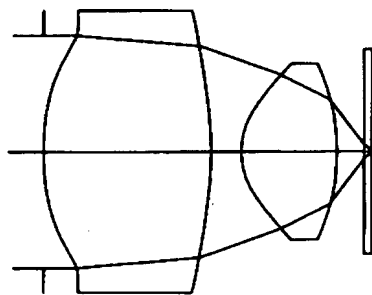
【図7】



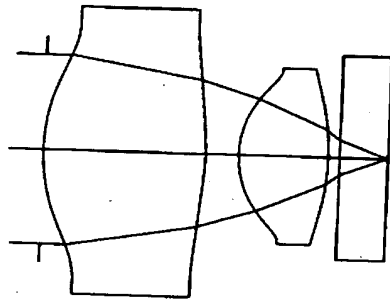
【图 8】



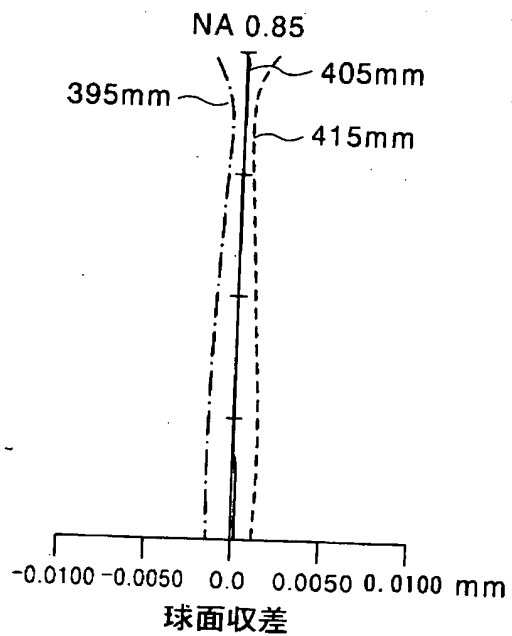
【图 9】



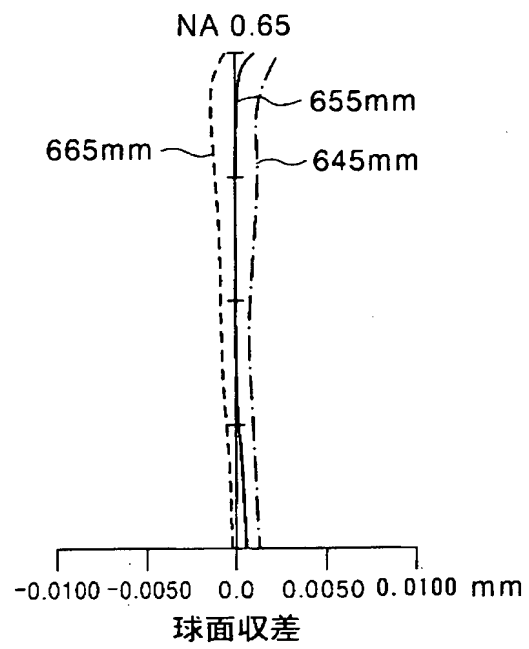
【図10】



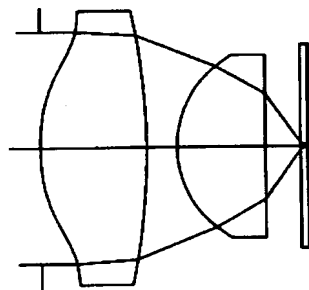
【図11】



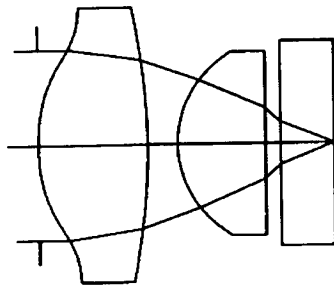
【図 1 2】



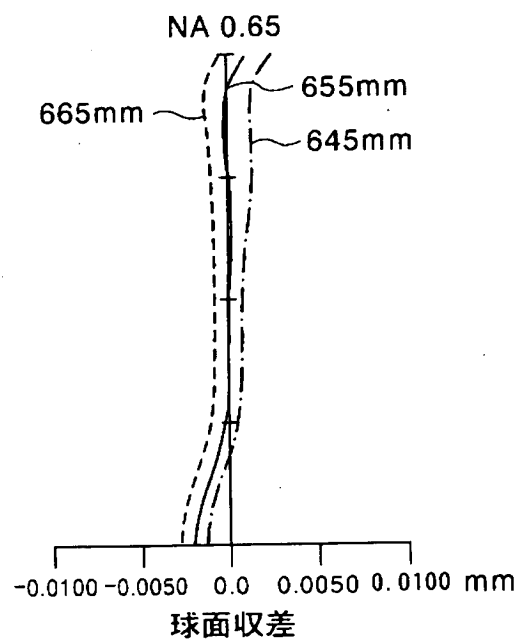
【図 1 3】



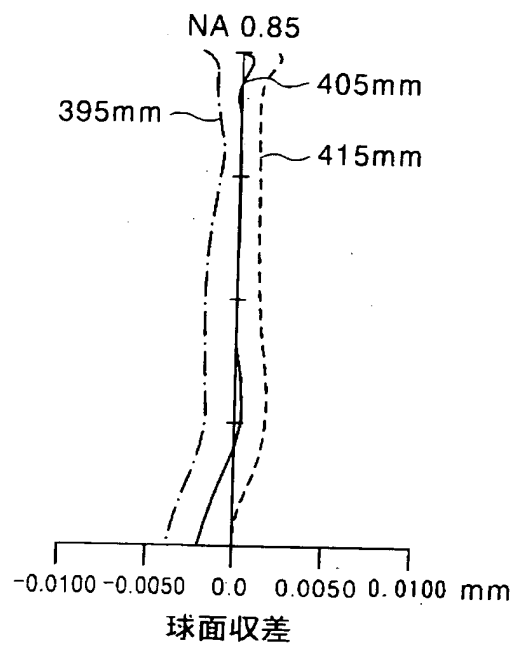
【図 1 4】



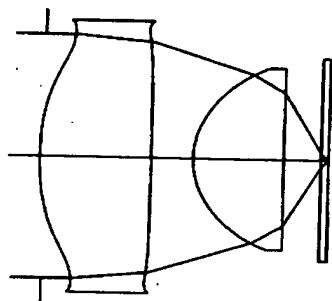
【図 1 5】



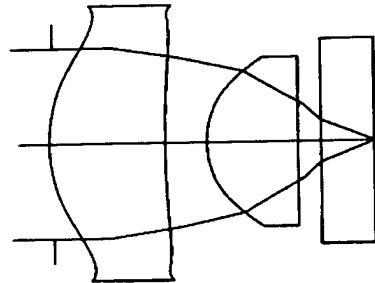
【図 16】



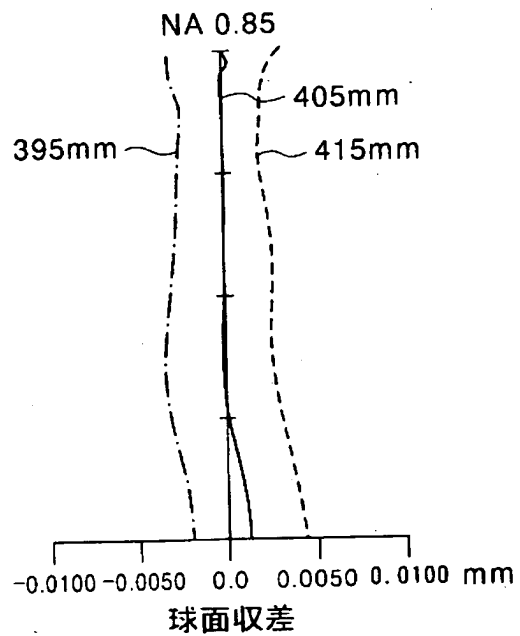
【図 17】



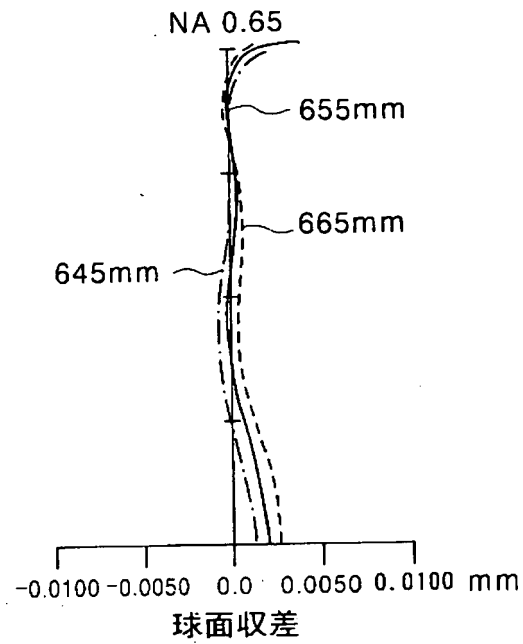
【図 1 8】



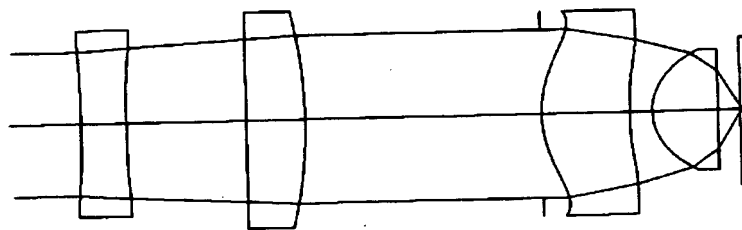
【図 1 9】



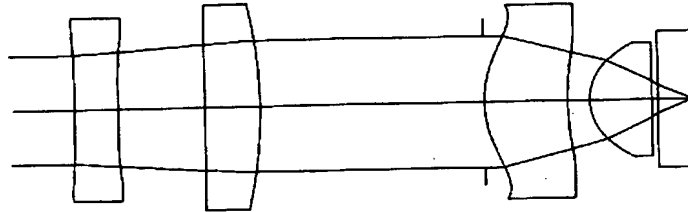
【図 2 0】



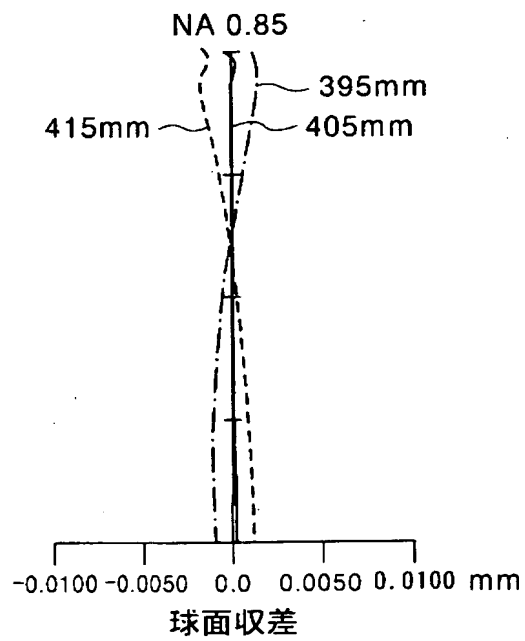
【図 2 1】



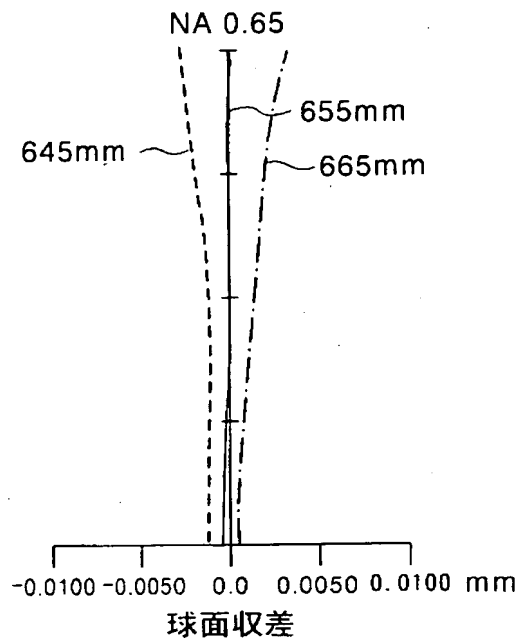
【図 2 2】



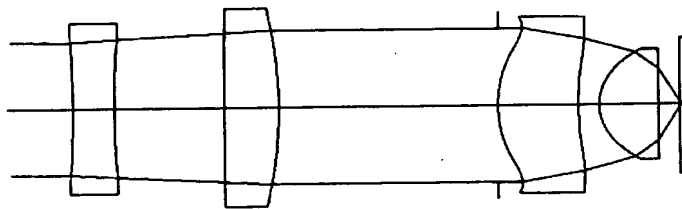
【図 2 3】



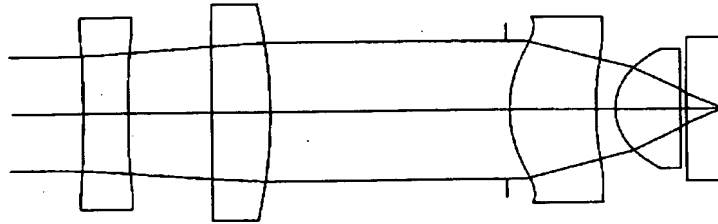
【図 2 4】



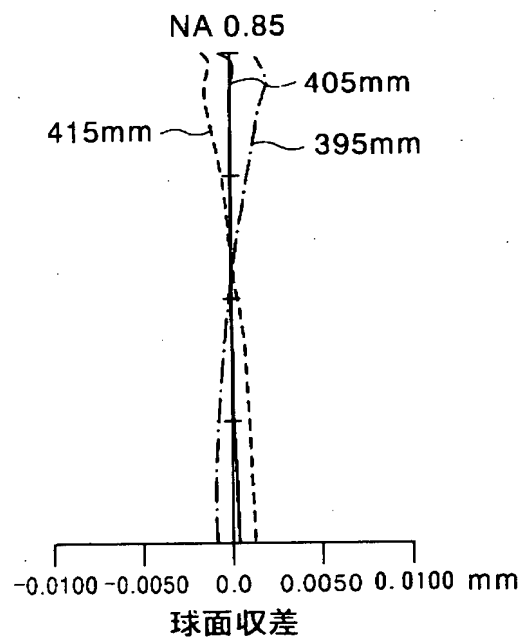
【図 2 5】



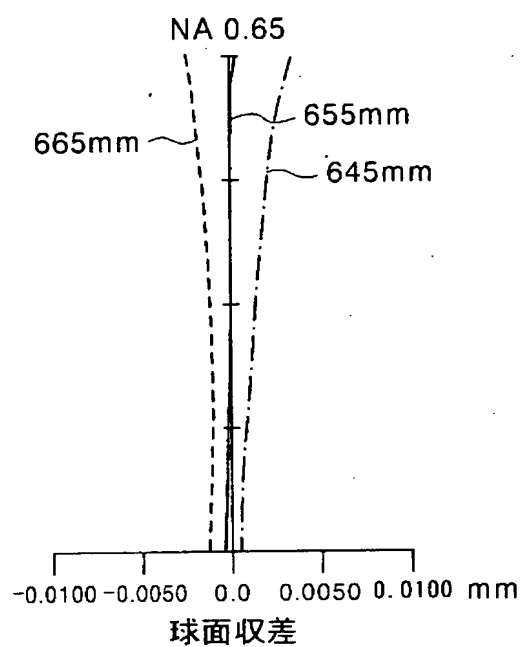
【図 2 6】



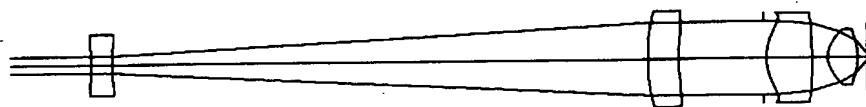
【図 2 7】



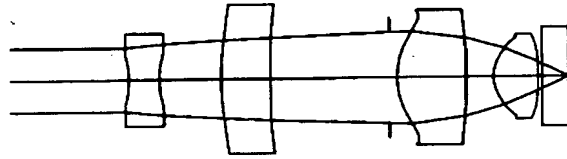
【図 28】



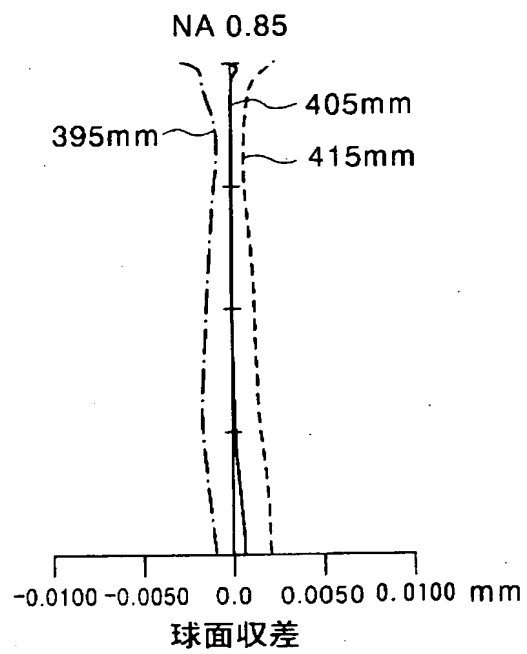
【図 29】



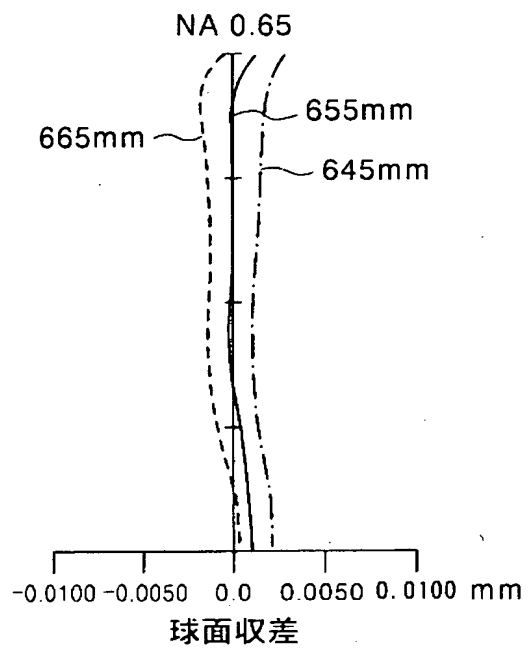
【図 30】



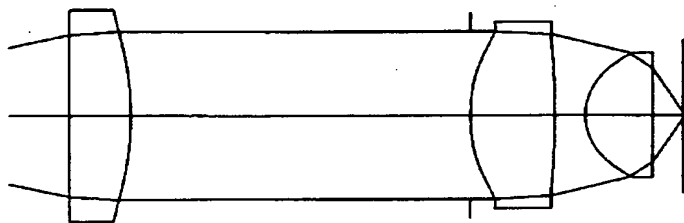
【図 31】



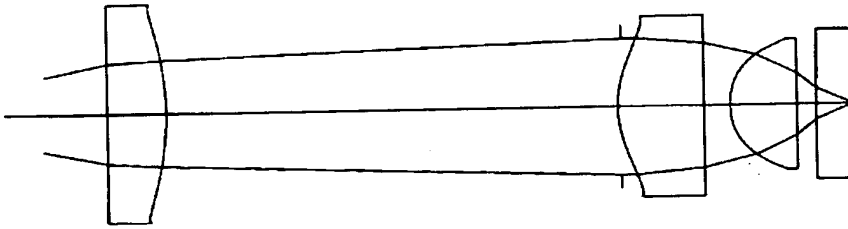
【図 3 2】



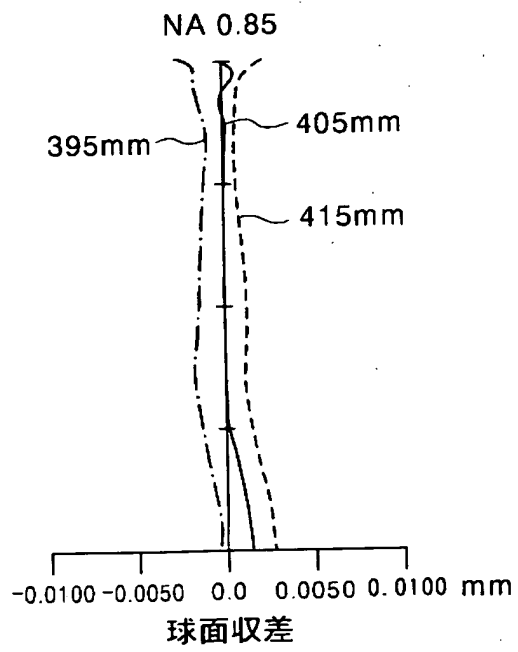
【図 3 3】



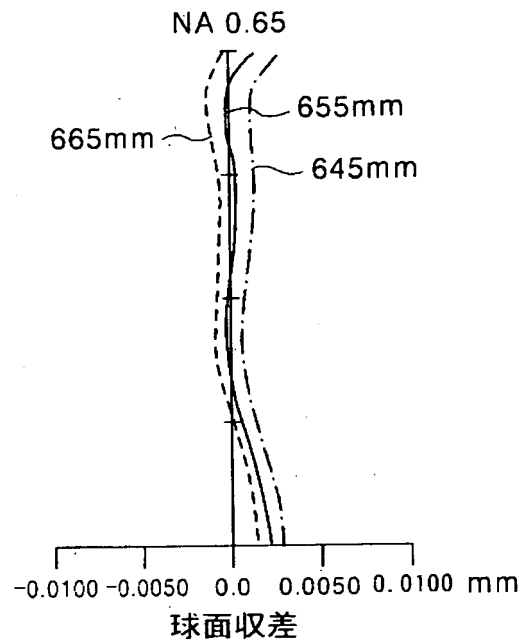
【図 3 4】



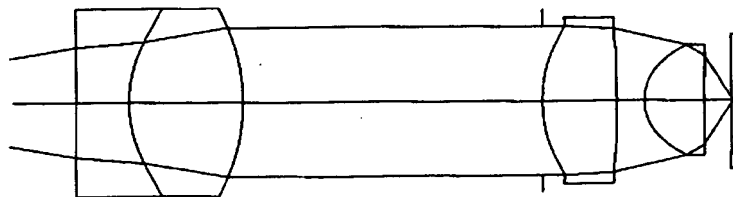
【図 3 5】



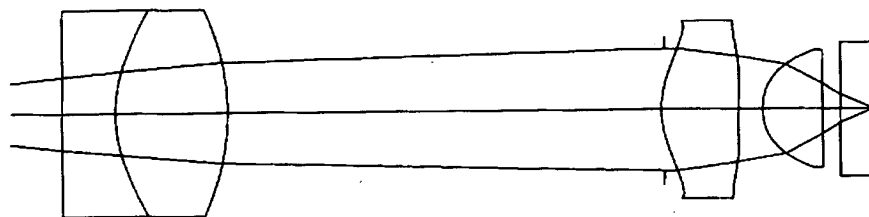
【図 3 6】



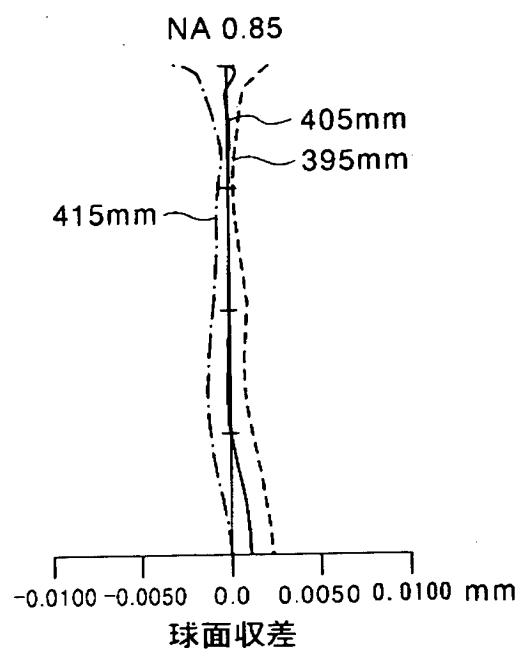
【図 3 7】



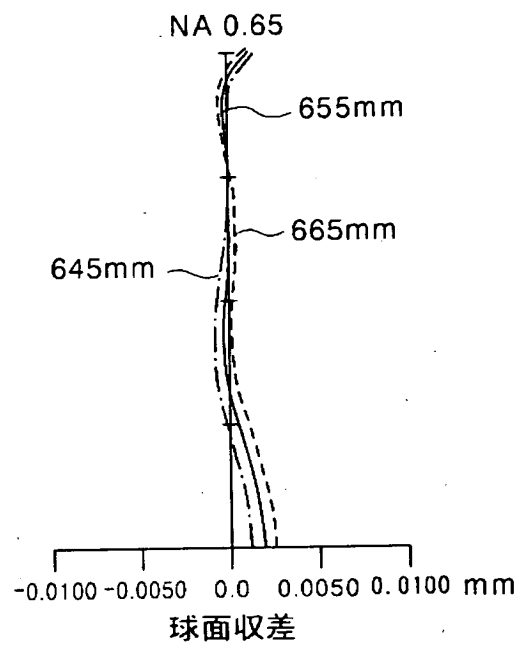
【図 3 8】



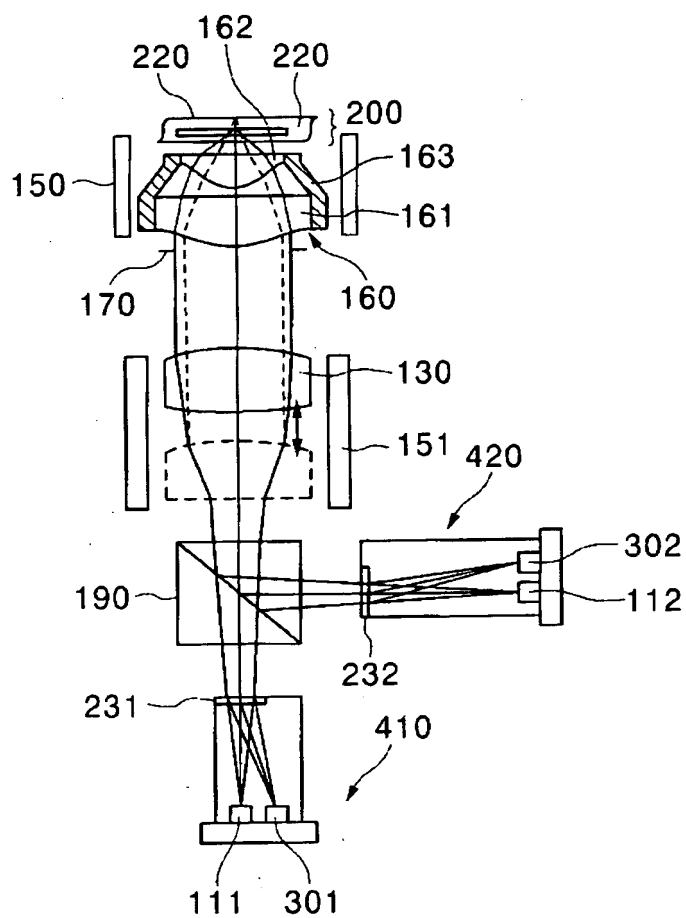
【図 3 9】



【図 4 0】



【図 4. 2】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 対物レンズの高開口数化及び透明基板厚さの異なる複数種類の光情報記録媒体に対応し高性能な対物レンズでありながら従来のプラスチックの単レンズと同様に安価で軽量の対物レンズを提供する。複数種類の光情報記録媒体に対し記録・再生が可能ないように互換性を有し各光学面に発生する球面収差の変動を簡易な構成で効果的に補正できる集光光学系及び光ピックアップ装置を提供する。

【解決手段】 対物レンズ 3 は、波長の異なる光源 1 1, 1 2 からの光束により透明基板厚さが異なる光情報記録媒体 2 3, 2 4 に対して情報の記録または再生が可能な情報記録再生用光ピックアップ装置に使用され、光源側から順に配置された正屈折力の第 1 レンズ 3 a と正屈折力の第 2 レンズ 3 b とからなり、各レンズは比重が 2. 0 以下の材料またはプラスチック材料から形成され、少なくとも 1 つの面に輪帯状の回折構造を有し、波長 $\lambda 1$ と透明基板の厚さ $t 1$ と像側開口数 $NA 1$ との組み合わせに対してその波面収差が $0. 07 \lambda 1 \text{ rms}$ 以下であり、かつ波長 $\lambda 2$ と透明基板の厚さ $t 2$ と像側開口数 $NA 2$ との組み合わせに対してその波面収差が $0. 07 \lambda 2 \text{ rms}$ 以下である。（但し、 $t 1 < t 2$ 、 $\lambda 1 < \lambda 2$ 、 $NA 1 \geq NA 2$ ）

【選択図】 図 4 1

特2000-315101

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2000-315101
受付番号	50001333851
書類名	特許願
担当官	第一担当上席 0090
作成日	平成12年10月17日

<認定情報・付加情報>
【提出日】

平成12年10月16日

次頁無

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000001270]

1. 変更年月日 1990年 8月14日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都新宿区西新宿1丁目26番2号

氏 名 コニカ株式会社